



---

# **SUSTENTABILIDADE**

**Conceito articulador de saberes e práticas**

---

**MAXWELL LUIZ DA PONTE  
ELIZA CARMINATTI WENCESLAU  
(Organizadores)**

Maxwell Luiz da Ponte  
Eliza Carminatti Wenceslau  
(Organizadores)

# SUSTENTABILIDADE – conceito articulador de saberes e práticas

ISBN: 978-65-994536-4-9

Editora: Reconnecta Soluções Educacionais  
São José do Rio Preto – SP  
2021



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Sustentabilidade [livro eletrônico] : conceito articulador de saberes e práticas/ Maxwell Luiz da Ponte, Eliza Carminatti Wenceslau. -- São José do Rio Preto, SP : Reconnecta - Soluções Educacionais, 2022.  
PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-994536-4-9

1. Desenvolvimento sustentável 2. Educação ambiental 3. Interdisciplinaridade na educação 4. Meio ambiente - Conservação 5. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6. Sustentabilidade ambiental 7. Sustentabilidade econômica I. Ponte, Maxwell Luiz da. II. Wenceslau, Eliza Carminatti.

22-115889

CDD-304.2

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Sustentabilidade ambiental 304.2

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

**Editoração:** Maxwell Luiz da Ponte, Eliza Carminatti Wenceslau

**Arte Gráfica:** Maxwell Luiz da Ponte

**Arte da capa:** Maxwell Luiz da Ponte

**Editora:** Reconnecta Soluções Educacionais

**CNPJ 35.688.419/0001-62**

Rua Silva Jardim, 1329 – Parque Industrial.

Fone: (17) 99175-6641. Website: [reconnectasolucoes.com.br](http://reconnectasolucoes.com.br)

[contato@reconnectasolucoes.com.br](mailto:contato@reconnectasolucoes.com.br)

**Conselho Editorial:** Profa. Me. Claudia Castanheira Cardoso, Profa. Me. Eliza Carminatti Wenceslau, Profa. Me. Gabriela De Sousa Martins, Prof. Me. Guilherme Henrique Da Silva, Profa. Me. Jaqueline Alves Vieira, Prof. Me. João Paulo Soares-silva, Prof. Dr. Maxwell Luiz Da Ponte, Profa. Dra. Monica Abrantes Galindo, Prof. Dr. Suédio Alves Meira, Profa. Dra. Thaís De Oliveira Guimarães

**Os textos divulgados são de inteira responsabilidades de seus autores, nos termos do edital de trabalhos do congresso, disponíveis na página da Editora.**



**RECONNECTA**  
Soluções educacionais

## Práticas interdisciplinares e Sustentabilidade

Maxwell Luiz da Ponte, Eliza Carminatti Wenceslau

A sustentabilidade, por definição geral, é entendida como uma característica de um sistema ou processo que permite sua permanência e funcionalidade a longo prazo. Assim, é empregada em diversos contextos, áreas do conhecimento e setores profissionais, com suas particularidades, mas um fulcro: a capacidade de conservação. Diversas práticas têm sido adotadas visando o uso e a gestão de recursos naturais e/ou construídos para suprir demandas sociais e econômicas das comunidades biológicas, das mais diversas espécies, e ao mesmo tempo garantir que tais recursos estejam disponíveis para as futuras gerações.

Nesse contexto, faz-se necessário o diálogo, interdisciplinar, entre coletivos, profissionais, docentes, pesquisadores e organizações que estejam atuando em favor da pretensa sustentabilidade. Diante da progressiva degradação ambiental, as ações em favor da sustentabilidade planetária emergem em diversas dimensões, dentre as quais destacamos as dimensões que constituem o “Tripé da Sustentabilidade” (*Triple Bottom Line*): ambiental, social e econômica.

As práticas interdisciplinares nos contextos dessas dimensões envolvem, dentre outras:


- **Dimensão ambiental:** levantamentos e caracterização da diversidade natural - geológica e/ou biológica, bem como estudos voltados ao uso sustentável de recursos naturais: estudos de avaliação de impactos, planos de manejo, de gestão e de conservação da geo e biodiversidade, iniciativas de educação ambiental, divulgação científica e/ou formação continuada de profissionais para a gestão ou educação ambiental.
- **Dimensão social** iniciativas, pesquisas e práticas socioeconômica e socioeducativas voltadas ao diagnóstico e à superação de desigualdades sociais e da exclusão, de qualquer natureza (étnico-racial, de gênero, de credo) incluindo àquelas que fomentem a governança, a inclusão de portadores de deficiências nas esferas social e econômica, a saúde, a longevidade e o bem-estar, a cidadania, a democratização do acesso ao conhecimento e a participação política.
- **Dimensão econômica:** práticas com enfoque nos processos e cadeias produtivas, seja de iniciativa pública ou privada, visando o compartilhamento de experiências, práticas e resultados relacionadas e na interface dos setores primário, secundário ou terciário. O foco será na obtenção, extração e beneficiamento de recursos naturais tidos com matéria prima. Estudos voltados à valoração de serviços e recursos ambientais. Além disso, estudos


e práticas relacionados à destinação segura e sustentável dos resíduos, bem como métodos de reuso e logística reversa, as tendências e vantagens da diversificação de matrizes energéticas no Brasil. Além disso, tendências da biotecnologia para a recuperação de áreas degradadas/contaminadas devido a atividades econômicas. No setor terciário, devem ser discutidas tendências, padrões e alternativas de consumo, serviços e bens relacionados com a sustentabilidade.

Nesse contexto, no ano de 2022, realizou-se a primeira edição do Congresso Nacional de Práticas Interdisciplinares e Sustentabilidade, possibilitando integração entre pesquisadores de diversas regiões do Brasil em discussões envolvendo as diversas dimensões da Sustentabilidade. O congresso resultou na publicação dos Anais e nessa publicação, intitulada “Sustentabilidade – conceito articulador de saberes e práticas” que reúne trinta e um artigos, aportando às práticas e pesquisas em sustentabilidade: contribuições conceituais e teóricas, estratégias e recursos inovadores, relatos de experiência e perspectivas.

Agradecendo aos pesquisadores, profissionais e colaboradores que participaram do CONPIS 2022, e, conseqüentemente, dessa obra, renovamos votos de distinta consideração.

Os editores.

M. L. Ponte (  ) Doutor em Ciências – Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).  
e-mail: maxlponte@hotmail.com

E. C. Wenceslau. (  ) Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra – Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).  
Diretora Geral da Reconnecta Soluções Educacionais.

## SUMÁRIO

Capítulo 1 <b>AGENDA 2030 E ESG: AS POLÍTICAS E AS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS EMPRESAS CONSCIENTES</b> Gisele Victor Batista .....	<b>10-18</b>
Capítulo 2 <b>FILMES E ENSINO DE ECOLOGIA: DE PACHAMAMA A LORAX</b> Maria Stela M. Castilho Noll, Monica Abrantes Galindo.....	<b>25-41</b>
Capítulo 3 <b>POTENCIAL DIDÁTICO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE</b> Yoshiaki Nogueira Miyasaki, Maxwell Luiz da Ponte.....	<b>42-52</b>
Capítulo 4 <b>O PAPEL DA EDUCAÇÃO NA CONSECUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: A EXPERIÊNCIA DA KUWUKA JDA EM MOÇAMBIQUE</b> Ângelo Correia Nhancale.....	<b>53-71</b>
Capítulo 5 <b>EDUCAÇÃO E ARTE: ABORDANDO A TECNOLOGIA SOCIAL PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA INTEGRADA E SUSTENTÁVEL (PAIS) POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO</b> Eduarda Jardim de Souza, João Vitor Vieira Silvestre, Túlio Prates Feres Lauar, Valéria Cristina da Costa .....	<b>72-87</b>
Capítulo 6 <b>A SOCIEDADE DO ANTROPOCENO E O IDEÁRIO EUGÊNICO: O QUE (NÃO) MUDOU ATÉ AQUI</b> Rafaela Batista Carvalho de Pina .....	<b>88-100</b>
Capítulo 7 <b>A EDUCAÇÃO GLOBAL E O ENSINO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS</b> Luiz Carlos Rodrigues de Jesus .....	<b>101 -111</b>
Capítulo 8 <b>EDUCAÇÃO E ARTE: ABORDANDO O PREPARO DA MANIÇOBA POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO</b> Igor Martins Santos, Valéria Cristina da Costa .....	<b>112-130</b>
Capítulo 9 <b>O ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO E SUAS POTENCIALIDADES PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA) NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA</b> Edilene Pimentel de Sousa, Joanéia Oliveira Ribas, Rosangela Silva Araújo Melo, Enia Maria Ferst, Sandra Kariny Saldanha Oliveira .....	<b>131-142</b>

Capítulo 10	
<b>O TEMA ÁGUA E SUA INSERÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DOS ANOS INICIAIS</b>	
Vânia Aparecida de Oliveira Silva, Vânia Galindo Massabni, Vanice Conceição de Melo Simões .....	<b>142 - 154</b>
Capítulo 11	
<b>ENSINO E SUSTENTABILIDADE: AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA POR ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE</b>	
<i>Railma Pereira Moraes, Marxer Antonio C. Batista, Luís Alberto M. Goveia, Valderice Mendes Leite, Joelson da Silva Lima, Tatiana Targino Lucas.....</i>	<b>155 - 165</b>
Capítulo 12	
<b>PERCEPÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AGUACHICA, CÉSAR: CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO</b>	
Rossember Saldaña-Escorcía .....	<b>166 - 179</b>
Capítulo 13	
<b>EDUCAÇÃO ALIMENTAR E ARTE: ABORDANDO SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, SOBERANIA ALIMENTAR E AGROECOLOGIA POR MEIO DO TEATRO</b>	
Talita Rodrigues Ferreira, Valéria Cristina da Costa .....	<b>180 - 195</b>
Capítulo 14	
<b>EDUCAÇÃO E ECONOMIA DIGITAL NO BRASIL NO PÓS-PANDEMIA</b>	
Fernanda Kelly Pereira da Silva; Michele Lins Aracaty e Silva .....	<b>196 - 214</b>
Capítulo 15	
<b>SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL E A RELEVÂNCIA DA ECONOMIA CIRCULAR NO PÓS-PANDEMIA</b>	
Michele Lins Aracaty e Silva .....	<b>215 - 228</b>
Capítulo 16	
<b>PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DE BIOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT EM RELAÇÃO AO AVANÇO DO AGRONEGÓCIO</b>	
Milena M. Ferreira, Mônica S. Médici, José Diogo F. de Melo .....	<b>229 - 244</b>
Capítulo 17	
<b>REVISÃO SISTEMÁTICA E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE O TEMA PERMACULTURA NA PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO</b>	
Licia Mayer, Kayan Araújo, Verônica Donoso .....	<b>245 - 256</b>
Capítulo 18	
<b>RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ORIGENS, DESTINAÇÃO, RECICLAGEM E CONSCIÊNCIA SOCIAL</b>	
Célia Gomes de Siqueira .....	<b>257 - 275</b>

Capítulo 19	
<b>PROPOSTA DE PROCESSAMENTO PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE PETG PROVENIENTES DA FABRICAÇÃO DE PRÓTESES E ÓRTESES</b>	
Gabriela Cirilo Machado, João Vinícios Wirbitzki da Silveira .....	<b>276 - 292</b>
Capítulo 20	
<b>VIABILIDADE TÉCNICA E AMBIENTAL DE TIJOLOS PRODUZIDOS A PARTIR DE LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO</b>	
Poliana Arruda Fajardo, Valdir Francisco da Silva .....	<b>293 - 305</b>
Capítulo 21	
<b>CÉLULAS DE ENERGIA MICROBIANA: UMA TECNOLOGIA PARA BIOTRATAMENTO DE EFLUENTE ALIADO À BIOGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	
Ana Cristina Costa Siqueira, Brendo Francis Carvalho, Bruna Iara Lorian Chagas, Lucas Renato Adami.....	<b>306 - 320</b>
Capítulo 22	
<b>O URBANISMO TÁTICO COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	
Kayan Araújo, Licia Mayer, Ana Müller, Verônica Donoso .....	<b>321 - 334</b>
Capítulo 23	
<b>MOVIMENTAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS AO LONGO DA PANDEMIA DE COVID-19</b>	
Felipe Barbosa Mota; Michele Lins A. e Silva; Andressa Augusta A. Primo.....	<b>335 - 350</b>
Capítulo 24	
<b>O VEÍCULO ELÉTRICO COMO OPÇÃO AO PREÇO DO COMBUSTÍVEL</b>	
João Fernandes Mansano Lima, Frederico Silva Moreira .....	<b>351 - 365</b>
Capítulo 25	
<b>USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL POTENCIAL NO TRATAMENTO DE INFECÇÕES FÚNGICAS</b>	
Simony Costa Beber, Ana Paula Weber Fell, Lenara Schalanski Krause, Isabella Stivanin Lacerda, Christiane de Fátima Colet .....	<b>366 - 380</b>
Capítulo 26	
<b>SISTEMA RADICULAR DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS</b>	
Raví Emanuel de Melo, Eline Dias Barbosa .....	<b>381 - 391</b>
Capítulo 27	
<b>O USO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA PARA PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO</b>	
Josiê Sepe .....	<b>392 - 402</b>



Capítulo 28	
<b>GEODIVERSIDADE, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE HIDROSSÍTIO: APLICAÇÃO NO SEGMENTO DO PARQUE AMBIENTAL ENCONTRO DOS RIOS, TERESINA, PIAUÍ, BRASIL</b>	
Helena Vanessa Maria da Silva .....	<b>403 - 415</b>
Capítulo 29	
<b>GEOGRAFIAS FAXINALENSES: O FAXINAL CHARQUEADA DOS BETIM, IMBAÚ – PR</b>	
Gustavo Conceição Bahr.....	<b>416 - 422</b>
Capítulo 30	
<b>MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA MICROBACIA DO RIACHO MUTUM, PIAUÍ</b>	
Francisco Wellington de Araujo Sousa, Helena Vanessa Maria da Silva .....	<b>423 - 436</b>
Capítulo 31	
<b>“RIO GRANDE” – UM ESTUDO DE CASO PARA SUSTENTABILIDADE EM RIO GRANDE DA SERRA NO GRANDE ABC PAULISTA</b>	
Marcos Scarpioni, Ana Lúcia A. S. V. Alcântara, Marcos Alcântara Marinho.....	<b>437 - 459</b>
Capítulo 32	
<b>ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO EM ESTÂNCIAS HIDROMINERAIS: DIAGNÓSTICO, CONSERVAÇÃO E PROMOÇÃO DO PATRIMÔNIO HIDROGEOLÓGICO</b>	
Maxwell Luiz da Ponte .....	<b>460 - 472</b>

Capítulo 1

## **AGENDA 2030 E ESG: AS POLÍTICAS E AS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS EMPRESAS CONSCIENTES**

**Gisele Victor Batista**

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo apresentar o histórico de construção do conceito de sustentabilidade e demonstrar como o tema tornou-se um mecanismo estratégico para alavancagem de empresas conscientes, tendo como pano de fundo a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). Para tanto, recorreu-se à revisão bibliográfica e estado da arte, através de pesquisa qualitativa – exploratória e descritiva, onde o uso de publicações e eventos internacionais, modelaram a estruturação do texto deste trabalho. Os resultados obtidos demonstraram que o mercado busca a incorporação da sustentabilidade na gestão corporativa, em todos os seus níveis. As empresas que não possuem esta visão de gestão de negócios, que não entenderem que a sustentabilidade deve fazer parte da alma estratégica da empresa, possivelmente terão dificuldades em acompanhar esse novo mercado, que se comunica e se reproduz, cada vez mais, em escala exponencial.

**Palavras-chave:** Agenda 2030. ESG. Sustentabilidade. Empresas Conscientes. Gestão Ambiental de Empresas.

G. V. Batista (  ). Harpia Meio Ambiente. Florianópolis/SC - Brasil.  
e-mail: giselevictorbatista@gmail.com

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade enquanto estratégia corporativa é decorrente de um processo histórico e, conforme Yagasaki e Martins (2012), o ambiente global dinâmico dos negócios fez com que as empresas se tornassem cada vez mais flexíveis para, rapidamente, adaptarem-se e responderem às mudanças de mercado. Os referidos autores destacam, ainda, que a sustentabilidade tem sido usada como capacidade de manter e demonstrar um desempenho positivo econômico, social e ambiental ao longo do tempo.

Por isso, muitas empresas vislumbram na sustentabilidade uma oportunidade estratégica e estão transformando este conceito em competência operacional corporativa (LUENEBURGER; GOLEMAN, 2010). As empresas têm vários motivos para buscar a sustentabilidade na suas gestões, tais como ganho reputacional, captação de recursos financeiros de forma mais vantajosa, possibilidade de vantagem competitiva, acesso ao conhecimento proporcionado pela troca de experiências, além do aumento no valor de suas ações no mercado.

Cristófolo et al (2016) salienta que as corporações no mundo foram obrigadas a repensar o modelo de gestão empresarial tradicional, em que a avaliação de uma empresa prezava somente por sua performance econômica. Segundo GVces (2012), esse novo conceito de companhia, que integra estas três esferas (ambiental, social e econômica) nos seus valores e resultados, gerou ganhos intangíveis, como por exemplo, reputação e compartilhamento de experiências na comunidade empresarial, mas, também, a reorganização da gestão corporativa, que trouxe importantes consequências ao mercado acionário.

Conforme Nascimento (2012), a dimensão ambiental sempre buscou produção e consumo compatível com a base material em que centra a economia, a dimensão social a erradicação da pobreza e a definição do padrão de desigualdade aceitável e a dimensão econômica o aumento da eficiência da produção e do consumo, com economia crescente de recursos naturais. Yagasaki e Martins (2012) completam informando que a dimensão ambiental aborda primeiramente o impacto dos processos, produtos e serviços no meio ambiente, na biodiversidade e na saúde humana, enquanto a dimensão social engloba saúde e segurança no trabalho, condições de trabalho, questões de direitos humanos e do trabalhador, e a responsabilidade social, e a dimensão econômica inclui a redução de custos operacionais por uma gestão sistemática, produtividade de trabalho, gastos com pesquisa e desenvolvimento e investimentos em treinamentos.

Hall & Matthews (2008), informam que, baseado nesse princípio, algumas empresas ao redor do mundo começaram a se preocupar com o grau de sucesso de seus negócios de acordo com a definição de desenvolvimento sustentável e associaram o progresso com implicações na qualidade de vida. Com o passar do tempo, o conceito de sustentabilidade evoluiu como sendo um requisito básico para a sobrevivência das empresas no mercado (EVANGELISTA, 2010).

Atualmente, ao contrário do que se pensava, investir em sustentabilidade tornou-se um negócio bastante rentável para empresas e empreendedores. Estudos mostram que aos que vêm apostando no desenvolvimento de atividades baseadas numa economia sustentável, o mercado tem-se revelado muito lucrativo, com ganhos econômicos diretos, além do melhoramento da imagem da companhia diante de seu público consumidor e investidor.

Yagasaki e Martins (2012) destacam que a sustentabilidade pode melhorar a gestão dos negócios de três maneiras, sendo a primeira a proteção da empresa, ao reduzir riscos que podem ser prejudiciais aos clientes, funcionários e comunidade. A segunda é a gestão da empresa, ao reduzir a quantidade de recursos utilizados para a produção de bens e serviços, aumentando os lucros da empresa e diminuindo seu impacto ambiental e, por fim, a promoção do crescimento da empresa, com a abertura de novos mercados, lançamento de novos produtos e serviços, aceleração da inovação, melhoria da satisfação e lealdade dos clientes, desenvolvimento de novas parcerias, além da melhoria da reputação e do valor da marca.

A sustentabilidade corporativa, destaca Yagasaki e Martins (2012), resulta na incorporação dos objetivos de desenvolvimento sustentável, equidade social, eficiência e desempenho ambiental dentro das práticas operacionais da empresa e a pressão destas para atingir a sustentabilidade, relacionada às fontes externas como organizações internacionais, governo, *stakeholders* e mercado, que cada vez mais exigem transparência e melhoria dos aspectos não financeiros de seus negócios. Não é mais suficiente que as empresas se preocupem apenas com aspectos da qualidade de seus produtos e serviços, informam os referidos autores, mas que a pressão por um relacionamento positivo com o meio ambiente e com a sociedade é uma crescente.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo apresentar o histórico de construção do conceito de sustentabilidade e demonstrar como o tema tornou-se um mecanismo estratégico para alavancagem de empresas conscientes, tendo como pano de fundo a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). Para tanto, recorreu-se à revisão bibliográfica e estado da arte, através de pesquisa qualitativa – exploratória e descritiva, onde o uso de publicações e eventos internacionais, modelaram a estruturação do texto deste trabalho. Os resultados apontaram que, para que tudo isso seja colocado em prática, faz-se necessária uma mudança de paradigma sobre lucratividade, sucesso e desempenho empresarial. É preciso entender o capitalismo sob uma nova óptica, de forma prática e consciente, onde se possa gerar valor aos *multistakeholders*, cuidar do planeta através das diretrizes da Agenda 2030 da ONU e implantar práticas que visem a sustentabilidade ambiental, a inclusão e equidade de gênero e raça e uma melhor governança através da ética e transparência dos negócios da empresa.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho adotou a metodologia exploratória e descritiva, onde se buscou mapear e resgatar a produção científica sobre o tema, permitindo uma avaliação e reflexão da problemática. Também, utilizou-se o método de pesquisa bibliométrica, no intuito de sistematizar e elencar as principais fontes de informação.

Na pesquisa qualitativa, sobre o Estado da Arte do objeto, utilizou-se as palavras-chave apresentadas neste artigo: agenda 2030, ESG, sustentabilidade, empresas conscientes e gestão ambiental de empresas. A partir destas palavras-chave analisaram-se as características metodológicas e de conteúdo técnicos e científicos produzidos, no âmbito nacional e internacional.

Este trabalho foi complementando levando em consideração o formulado por Gil (2002), quando informa que a pesquisa exploratória busca desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de novas abordagens num momento

posterior. Assim, a construção deste texto foi baseada na junção dos conhecimentos que foram produzidos de forma seccionada (Agenda 2030 + ESG + Sustentabilidade + Empresas Conscientes + Gestão Ambiental de Empresas), mas que se fizeram relevantes à explicação da tese deste artigo, no contexto atual.

Os estudos sobre os temas Agenda 2030 e ESG, considerando o estruturado por Andrade (2009), foram observados, registrados, analisados, classificados e interpretados aos fatos, sem realizar nenhuma interferência direta, mas foram associados ao tema de sustentabilidade e empresas conscientes, conforme o objetivo deste artigo.

Ainda, recorreu-se ao método de pesquisa bibliométrica, tomando como base a produtividade de periódicos em relação ao assunto em análise. Conforme Araújo (2006), a bibliométrica avalia as citações e permite a identificação e descrição de uma série de padrões na produção do conhecimento científico.

Desta forma, tendo como base as palavras-chaves selecionadas para a pesquisa, buscou-se estruturar a hipótese (tese) levantada no objetivo deste artigo, com apoio em estudos considerados mais relevantes, os quais foram utilizados e citados na revisão bibliográfica deste artigo, que poderá compor uma base histórica e científica sobre o tema.

## **DESENVOLVIMENTO**

A noção de sustentabilidade, largamente difundida em nossa sociedade, tem sua origem na década de 1950, fruto da percepção de uma crise ambiental global. Para Nascimento (2012), o conceito ganhou corpo e expressão política, associado ao termo “desenvolvimento”, quando se notou que os testes nucleares ocasionavam chuvas radioativas em regiões do globo localizadas a milhares de quilômetros de distância. A partir deste momento, a sociedade percebeu que os problemas ambientais não estavam restritos a territórios limitados e, com isso, a sustentabilidade recebeu cunho científico, político e midiático.

Contudo, a questão ambiental internacional teve um importante marco na década de 1960, quando a bióloga Rachel Carson, iniciou a publicação de uma série de artigos, os quais retratavam o uso indiscriminado de pesticidas e suas possíveis consequências à saúde humana e à qualidade do ambiente. Mais tarde, esses artigos foram compilados e publicados num livro, em setembro de 1962, intitulado “Primavera Silenciosa”, uma alusão a uma primavera futura, em que, caso não se reduzisse o uso de pesticidas, pássaros e animais silvestres desapareceriam do ambiente, devastados pelos venenos contra pragas agrícolas (CARSON, 1969).

Em 1972, a questão ambiental ganhou visibilidade na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada na Cidade de Estocolmo, capital da Suécia. A Conferência de Estocolmo reuniu países desenvolvidos e em desenvolvimento (“subdesenvolvidos”) e colocou o meio ambiente no foco das preocupações internacionais. O resultado foi a elaboração da “Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano”, com 26 princípios e um Plano de Ação com 109 recomendações, conjunto de leis internacionais, apenas intencionais e sem aplicação obrigatória, para que questões ambientais internacionais fossem colocadas em prática.

Nas décadas que decorreram outros eventos internacionais motivaram um campo de forças que passaram a condicionar posições e medidas de governos, empresários, políticos, movimentos sociais e organismos multilaterais, culminando no termo “desenvolvimento sustentável” modulado através de três esferas (ambiental, social e

econômica), cada qual formando um importante pilar para a preservação da sociedade e suas atividades econômicas.

O termo “desenvolvimento sustentável” foi formalizado, pela primeira vez, em 1987, no documento *Our Common Future (Nosso Futuro Comum) na CMMAD* – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), sendo definido como a capacidade da sociedade satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Segundo Mebratu (1998), essa contribuição para as discussões modernas sobre o conceito de desenvolvimento sustentável foram fundamentais, pois, conforme Cristófaló et al (2016), o tema contém dois principais aspectos, sendo que de um lado, tem-se o conceito de “necessidades”, em particular as necessidades essenciais dos pobres do mundo, a quem deve ser dada prioridade absoluta; e por outro a ideia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e da organização social e da capacidade do ambiente de satisfazer as necessidades presentes e futuras.

A partir da década de 1990, destaca Cristófaló et al (2016), ficou evidente que a economia global sofreria grandes alterações em prol do cumprimento das metas ambientais. Este ponto fica evidenciado com a promoção da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Cnumad), conhecida como Rio-92, quando foram criadas ações concretas para combater o aquecimento global (Agenda 21-1992 e o Protocolo de Kyoto -1997).

No que tange ao aspecto corporativo, o conceito de sustentabilidade que integra as três dimensões (social, ambiental e econômica) nos valores e resultados de uma empresa, de acordo com Elkington (1997), ficou conhecido como Triple Bottom Line. Este termo foi criado nos 1990 e foi levado a conhecimento público em 1997, com a publicação da edição inglesa de *John Elkington's Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business* (Elkington, 1997).

Cristófaló et al (2016) afirma que o sucesso definitivo da empresa não seria apenas constituído pela sua esfera financeira, mas, também, sua performance social e ambiental. Claro et al (2008) completa informando que a mudança no conceito da sustentabilidade, com foco no *Triple Bottom Line*, influencia diretamente no comportamento das empresas, que estão se deparando com novos desafios e precisam inovar suas gestões estratégicas, visando vantagens financeiras que permitam a alavancagem nos resultados da empresa.

A sustentabilidade vem sendo cada vez mais utilizada como uma estratégia empresarial, sobretudo quando o ambiente global dos negócios faz com que as organizações se tornem mais flexíveis para adaptarem-se às mudanças de mercado. Isto porque ser sustentável não se constitui apenas uma opção, mas uma forma inteligente de manter-se ativo num mercado mais consciente e exigente com as questões humanas e ambientais, e onde muitas empresas buscam na sustentabilidade uma oportunidade de estratégia corporativa.

Durante muito tempo, existiu a percepção de que o único (e finalístico) objetivo de uma companhia era promover o lucro financeiro aos seus acionistas – lucro “acima de tudo”. Atualmente, o desafio das empresas está em conciliar sustentabilidade com rentabilidade e lucro financeiro e muitas empresas estão aderindo a práticas sustentáveis, na concepção de que fazem parte de um grupo social, o qual é fundamental à sua sobrevivência: os *multistakeholders* - acionistas, colaboradores, clientes, não-cliente, seguidores de marcas, comunidade, governos, etc. Ainda, as empresas passaram a entender que esta sociedade está inserida num determinado espaço e que as ações da

companhia têm consequências diretas à qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente. Esta compreensão teve sua raiz na década de 1980, com a implantação do conceito de desenvolvimento sustentável, e vem se acentuando no mundo pós-pandemia.

Nesta nova economia, há a necessidade de valorização das relações, especialmente com o meio ambiente e o cuidado com as pessoas, colocando as empresas em papel de destaque. As empresas passaram a incluir nas estratégias de seus negócios as demandas ambientais e sociais das partes interessadas (*multistakeholders*), numa visão mais ampla que àquelas relacionadas somente aos aspectos econômicos e produtivos da companhia.

Por isso, num mercado onde crescem as expectativas da sociedade em relação às companhias para adotarem práticas com impacto positivo, onde os recursos naturais se tornam cada vez mais escassos e as mudanças climáticas globais estão colocando em risco os mecanismos de suporte à vida humana e à atividade econômica, adotar a sustentabilidade amplia a vantagem competitiva e fideliza a marca corporativa. Hoje, o papel das empresas é “ser sustentável”, do ponto de vista ambiental, social e econômico, e manter um processo de governança, com a responsabilidade de suas ações sobre a comunidade de entorno.

Atualmente, uma das principais políticas de desenvolvimento sustentável é a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, adotada por 193 Estados Membros da ONU (*UN General Assembly Resolution 70/1*), em setembro de 2015. Segundo ONU-Brasil (2021), a Agenda 2030 é formada por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, desmembrados em 169 metas de ação global para alcance até 2030, abrangendo as dimensões ambiental, econômica e social do desenvolvimento sustentável, de forma integrada e inter-relacionada, a saber: erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação.

Os ODS são resultados de um processo global participativo, que envolve governos, sociedade civil, iniciativa privada e instituições de pesquisa, e abrange o desenvolvimento econômico, a erradicação da pobreza, da miséria e da fome, a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a boa governança em todos os níveis, incluindo paz e segurança entre pessoas, instituições e nações. Assim, guiados por metas globais, validadas pelos países membros, a ONU espera que os agentes responsáveis pela propagação do desenvolvimento sustentável, sejam eles públicos ou privados, definam as suas metas e as incorporem políticas e programas, com vistas ao alcance da sustentabilidade em todas as suas esferas.

Neste panorama, para manterem-se dentro das políticas da sustentabilidade no âmbito corporativo, as empresas têm buscado colocar em prática ações genuínas que visam atender às expectativas de seus *multistakeholders*, além de buscar vantagem competitiva e aumentar seus resultados econômicos. Assim, a sustentabilidade pode ser usada como capacidade de manter e demonstrar um desempenho positivo tanto no aspecto econômico, social e ambiental, além de incluir o domínio da governança e da inovação, para alcançar resultados tangíveis e intangíveis, na gestão de negócios.

Segundo a Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2014) as empresas buscam recursos diretamente dos investidores, através de parceiros e investidores possam financiar suas atividades ou viabilizar novos projetos que necessitam de recursos

financeiros. Sobre isso, destacam-se as práticas sustentáveis que muitas empresas estão buscando, através dos princípios ESG – sigla que advém do termo em inglês *Environmental, Social and Governance* – ou, em português, ASG, referindo-se à Ambiental, Social e Governança.

O ESG surgiu, em 2004, num Relatório do Pacto Global e Banco Mundial, o qual provocava instituições financeiras do mundo a refletirem sobre formas de integrar fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais. Para incorporar práticas sustentáveis em todas as operações da organização e buscar um modelo de negócios que fosse amplamente sustentável, seria necessária esta visão abrangente da companhia, de forma a obter novas oportunidades de negócios, a partir da sustentabilidade, da ética e humanização das empresas.

Assim, o ESG nasceu no mercado financeiro como parte do Princípio para Investimento Responsável (PRI) e, segundo ONU-UNEP FI (2016), é definido pelo *European Sustainability Forum (Eurosif)* como um processo de investimento que alia os objetivos financeiros do investidor com suas preocupações e valores acerca do meio ambiente, da sociedade e de questões de governança (*Environmental, Social and Governance* – ESG).

O PRI trabalha em conjunto com sua rede internacional de signatários para colocar em prática os seis Princípios para o Investimento Responsável (PRIs), a saber:

- (i) Princípio 1: Incorporação das questões ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG) nos processos de análise de investimento e tomada de decisão;
- (ii) Princípio 2: Ser proprietário ativo e incorporação de ESG nas políticas e práticas de propriedade;
- (iii) Princípio 3: Divulgação apropriada sobre questões ESG pelas entidades de investimento;
- (iv) Princípio 4: Promoção da aceitação e implementação dos Princípios no setor de investimentos;
- (v) Princípio 5: Melhoramento da eficácia na implementação dos Princípios;
- (vi) Princípio 6: Promoção de relatos das atividades para implementação dos Princípios.

O ESG tem ganhado notoriedade no cenário nacional, sobretudo no período da pandemia da COVID-19, quando a ascensão do conceito tem promovido a mobilização do mercado e uma procura das empresas por maior compreensão do tema. Em 2020, as discussões acerca do assunto ESG, em redes sociais, cresceram mais de 6 vezes que o ano anterior, e 84% dos representantes do setor empresarial afirmaram ter interesse em conhecer os critérios e aplicações do ESG nas organizações.

No que se refere aos números, a maior gestora de ativos do mundo, a BlackRock, com mais de USD 6 trilhões em carteira, passou a incluir, em 2020, métricas ESG, transversalmente, em todas as suas análises de riscos. Globalmente, mais de US\$ 30 trilhões em ativos sob gestão (AuM, na sigla em inglês) são gerenciados por fundos que definiram estratégias sustentáveis. O continente europeu é o maior investidor, e demandador, por produtos provenientes empresas sustentáveis. Dos US\$ 30 trilhões, US\$ 14 trilhões estão na Europa. (Expert XP, 2020).

Cabe salientar que o ESG não é uma inovação ou complementação da gestão ambiental empresarial, muito conhecida por ações no âmbito do sistema de gestão



ambiental (SGA), da ecoeficiência, do gerenciamento de resíduos sólidos e logística reversa, etc., e tão pouco se caracteriza como uma evolução ou substituição da sustentabilidade empresarial, como se fossem coisas distintas. Uma empresa que se preocupa com os aspectos ambientais, sociais e de governança, tem uma visão mais ampla e completa sobre seus processos e criam produtos e/ou serviços que reduzam, mitigam ou zerem seus impactos no meio ambiente e na sociedade, construindo um mundo mais justo e responsável para as pessoas, adotando ações éticas e transparentes. Assim, o ESG é a prática, a aplicação da própria sustentabilidade socioambiental e econômica.

Sobre isso, ressalta-se o relatório da AMBIMA (2018), quando informa que o tema ganhou relevância com o rápido crescimento dos investimentos sustentáveis na indústria de fundos. Conforme pesquisa realizada com gestoras e administradoras de recursos, com o objetivo de mapear o engajamento destas entidades, a AMBIMA constatou que temas relacionados à integração análise dos riscos e/ou oportunidades relacionados a questões ambientais, sociais e de governança (conhecidas como ASG) é uma realidade no país, em especial para as instituições de grande porte.

Segundo o relatório, no Brasil, 85,4% dos gestores consideram o potencial impacto de questões ambientais, sociais e de governança corporativa em seu processo de investimento, fato que comprova uma evolução de 17,4% entre os gestores com política específica para tratamento de investimento responsável em relação ao estudo de 2016. Esse percentual foi de 21,3%, em 2018, e de 18,1%, em 2016, e o patrimônio líquido sob gestão da amostra de instituições que responderam à pesquisa aumentou 40%. Isso significa que as instituições que responderam à pesquisa correspondem a 78,05% do total da indústria - um volume de R\$ 3.271.677,00. Em termos de patrimônio líquido, essas companhias gerem quase R\$ 2,79 trilhões.

O relatório da AMBIMA (2018) registrou que, além da formalização de aspectos ESG (questões ambientais, sociais e de governança corporativa), as instituições têm aderido a compromissos voluntários para a adoção de boas práticas de sustentabilidade. Mais da metade (51,32%) adotou atividades alinhadas ao desenvolvimento sustentável, à promoção de direitos humanos e à responsabilidade socioambiental. Entre os compromissos voluntários assumidos ou ratificados, destacam-se a adesão ao PRI (*Principles for Responsible Investment*), princípios para o desenvolvimento responsável, com 24,78%; o CDP (*Carbon Disclosure Project*), sistema de divulgação global que permite que empresas, cidades, estados e regiões meçam e gerenciem seus impactos ambientais, com 6,19%; e B Corp (Sistema B), que apoia e certifica empresas criadoras de produtos e serviços voltados a resolver problemas socioambientais, com 5,31%. A adesão aos demais compromissos voluntários foi de 15,04%.

No Brasil, a busca por ESG tem sido resultado da pressão de mercado e consumidores, incentivando campanhas de marketing para promoção de imagem positiva da marca. Um estudo com 1.964 conselheiros no mundo, realizado pela GNDI (2020-2021), mostrou que 50% das empresas da Europa, Austrália e Nova Zelândia têm ESG como questão maior impacto nas empresas. No Brasil, esse número despensa entre 10% a 15%.

Segundo um estudo do Pacto Global e STILINGUE (2021), apesar da necessidade de atendimento dos três pilares do ESG, a questão de governança é a que tem apresentado maior destaque, seguida pela ambiental e social. As iniciativas mais identificadas atualmente nas empresas brasileiras são:

- Compliance e Governança (79%);
- Gestão Resíduos (76%);
- Criação comitês Governança (68%);
- Apoio emergencial COVID (61%);
- Apoio comunidade entorno (60%);
- Políticas de Equidade (57%);
- Equidade Raças (46%);
- Questões LGBTQIA + (31%).

Quando se trata do tema ESG no âmbito das lideranças, ainda segundo o estudo do Pacto Global e STILINGUE (2021), 23% Sócios e Proprietários de Empresas e 11% CEO e Presidentes Conselhos desconheciam o termo/conceito ESG em 2020. Estes números mostram uma lacuna de oportunidades que as empresas brasileiras poderiam tomar o protagonismo, para atender às novas demandas do mercado, com consumidores mais exigentes e consciente.

Cabe destacar que a escolha por ser uma empresa sustentável e consciente é voluntária e deve ser parte da estratégia do negócio e da visão empreendedora do gestor. Ainda que não seja obrigatório, as empresas estão cada vez mais, divulgando informações relevantes sobre políticas que mostram os aspectos ESG, seja por acreditarem na sustentabilidade com uma estratégia organizacional eficiente para ampliar mercado e perpetuar a empresa, seja para atrair mais investimentos e aumentar fluxo de caixa ou ampliar capacidade de produção.

As ações de ESG pode ser aplicadas em diversas áreas da companhia, desde que atendam os três pilares: ambiental, social e de governança. A adoção destas práticas é um processo que exigirá envolvimento e engajamento de toda a companhia, pois pode decorrer desde melhoramentos de processos, com inclusão de inovações verdes disruptivas, até a mudança da cultura e valores da empresa. Sobre as práticas de ESG nas empresas, destacam-se:

- (i) Fatores ambientais: uso de recursos naturais, emissões de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, gás metano), eficiência energética, poluição, gestão de resíduos e efluentes;
- (ii) Fatores sociais: políticas e relações de trabalho, inclusão e diversidade, engajamento dos funcionários, treinamento da força de trabalho, direitos humanos, relações com comunidades, privacidade e proteção de dados;
- (iii) Fatores de governança: independência do conselho, política de remuneração da alta administração, diversidade na composição do conselho de administração, estrutura dos comitês de auditoria e fiscal, ética e transparência.

A empresa do futuro deverá ser uma empresa consciente, que pensa na sociedade de forma ampliada e não apenas em seus acionistas. O tema tem sua origem no Capitalismo Consciente, conhecimento apresentado por Mackey e Sisodia (2018), o qual demonstra que é possível as empresas trabalharem a favor de criação de valor para seus *stakeholders* (partes interessadas), gerando lucros e aumentando mercados.

Segundo os referidos autores, o capitalismo consciente é um paradigma em desenvolvimento para os negócios que simultaneamente, pois ele busca criar diferentes

tipos de valor e bem-estar para todas as partes interessadas: financeiro, intelectual, físico, ecológico, social, cultural, emocional, ético e até mesmo espiritual. Todas as pessoas, desde consumidores, colaboradores ou mesmo aqueles afetados de forma indireta pelas atividades da companhia, possuem o mesmo grau de importância. Ela desenvolve práticas sociais de inclusão e diversidade, tratando questões de gênero e étnica de forma equitativa e justa.

A empresa consciente gera resultados financeiros através da entrega de produtos e serviços alinhados a um propósito maior e mais positivo à humanidade, e não apenas tendo o aumento de lucros como indicador de sucesso da companhia. Ela promove impacto na comunidade onde está inserida, ampliando seu potencial de inclusão e engajamento, ao mesmo tempo que constrói um legado de sua marca, mantendo sua perenidade e preservando mais empregos.

Por este motivo, as empresas conscientes conseguem reconhecer que o resultado financeiro é consequência deste novo modelo de pensar o negócio, de forma mais ampla e humanizada, com maior preocupação de geração de valor à sociedade e ao meio ambiente. Elas depositam suas estratégias no alcance de seu propósito maior, de como suas atividades podem impactar de forma positiva as pessoas e o mundo ao seu redor.

Neste novo conceito de gestão de empresa, prevalece o bem-estar de colaboradores, que não são mais vistos como meros recursos para alcançar as metas corporativas, mas, sim, vidas que se engajam num objetivo comum, numa realização conjunta de entrega à humanidade. As empresas conscientes buscam promover mais que produtos e serviços, de forma pontual e mecânica. Elas usam seu propósito maior para a criação de uma entrega que faça a diferença na vida de seus clientes, pensando e potencializando esses benefícios através do uso da inovação, seja ela tecnológica ou não, e ampliando sua responsabilidade na elevação do potencial humano.

Agindo desta forma, as empresas conscientes entram em sintonia com as demandas da sociedade, criando relações de confiança com os diversos públicos e partes interessadas (stakeholders) e aumentam a transparência de seus processos, comprovando de maneira genuína sua preocupação com o meio ambiente e com condutas que promovam a inclusão e reduzam a corrupção.

A empresa consciente consolida sua marca e cria um sentimento de pertencimento aos seus consumidores, os quais procuram nela mais que produtos e serviços: buscam uma referência de ética e transparência na conduta empresarial.

Para ser consciente, conforme Mackey e Sisodia (2018), a empresa precisa ter:

- (i) Propósito maior que seja voltado à humanidade, com entrega e benefícios mútuos, colocando este propósito acima do lucro;
- (ii) Ter integração com os stakeholders, onde todas as partes interessadas tenham o mesmo valor, numa relação horizontal de transparência e confiança;
- (iii) Adotar uma cultura e gestão consciente, com humanização e sentimento de pertencimento dos colaboradores;
- (iv) Ter uma liderança consciente, preocupada com as demandas da sociedade e usando seu poder e influência para disseminar o propósito e cultura da empresa.

Para ser consciente, a empresa deve descobrir o propósito de existência de seu negócio. Quando isso acontece, a empresa tem como visão a valorização do potencial do

ser humano e entregará produtos e serviços que importam e tenham significado à humanidade. Adotar a cultura da inovação, da transparência e ética e reajustar de forma sustentável seus processos é adquirir um diferencial intangível e imensurável, de direcionamento e posicionamento de mercado.

A escolha por ser consciente tem mais relação com a forma de gestão organizacional a ser adota pela companhia, que investimentos financeiros propriamente ditos, pois diz respeito ao modo como a empresa se percebe enquanto organização, como cria seu direcionamento de mercado, e sobre os valores que ela está adotando para alcançar esse objetivo.

Ser uma empresa consciente tem mais relação com a descoberta e aplicação de seu propósito, numa entrega de valor agregado à sociedade, indiferente ao porte organizacional. Quando despertada por um propósito, a motivação é intrínseca ao negócio, revelando-se muito mais eficaz e poderosa do que investimento financeiro extrínsecos.

Por isso, faz-se urgente a multiplicação do conhecimento e informações para que as empresas brasileiras possam implantar ações em ESG e tenham uma gestão por “causa”, por um propósito maior. Nestes termos, vale salientar que as medidas devem ser verdadeiras, uma vez que existem empresa que utilizam os pilares da ESG apenas para fazer campanhas de marketing de forma pontual, no que se denomina de *greenwashing*. Greenwashing nada mais é que propagandas ou campanhas que veiculam a empresa como sustentável, mas que, na verdade, este discurso esvaziado não compactua com práticas sustentáveis que deveriam ser aplicadas pela empresa.

Empresas conscientes podem e devem transformar o planeta num mundo melhor, de maneira criativa e inovadora, com paixão pelo ser humano e responsabilidade com o desenvolvimento sustentável. Isto acontece porque a empresa utiliza sua consciência e inteligência para promover sua perenidade, por meio da seleção natural que o próprio mercado exigirá, expandindo o potencial de seu negócio, abrangendo seu domínio de atuação e tornando-se peça fundamental e relevante no protagonismo de transformação do mundo com um propósito mais sustentável.

Com isso, estão usando a sustentabilidade e a inovação como ferramenta para conduzir a gestão da empresa, para criar formas de inserir uma agenda mais ampla e inclusiva, nas estratégias de suas principais áreas.

As empresas que não possuem esta visão de gestão de negócios, que não entenderem que a sustentabilidade deve fazer parte da alma estratégica da empresa, possivelmente terão dificuldades em acompanhar esse novo mercado, que se comunica e se reproduz, cada vez mais, em escala exponencial. Às empresas consciente, cabe protagonizar as transformações sistêmicas que o mundo pós-pandemia tem demandado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Investir em ESG não se trata de uma tendência passageira. A adoção de práticas em ESG é uma nova realidade, sobretudo no mundo pós-pandemia, seja por exigência do mercado, com consumidores mais exigentes e vigilantes, seja pela necessidade de adequação aos critérios dos investidores financeiros.

A sustentabilidade empresarial, com políticas da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável e as práticas de ESG, deve levar em consideração o progresso social, a preservação ambiental e o crescimento econômico, assim como suas

interfaces (*Triple Bottom Line*), passando a incluir, neste processo todas, as partes interessadas (*stakeholders*), a governança e a inovação. E para ganhar resultados em sustentabilidade, as empresas devem manter e se basear no desempenho do negócio e ao mesmo tempo mostrar consideração pelo planeta, assegurando estratégias para solucionar futuros desafios enquanto mantém o alto nível de desempenho em curso.

É sabido que os negócios precisam se sustentar, sobreviver e crescer economicamente, mas, também, é importante rever o conceito de sucesso, para que se possa, efetivamente, promover o desenvolvimento sustentável. Neste ponto, considera-se a pressão das empresas para atingir a sustentabilidade possam vir de fontes externas como organizações internacionais, governo, *multistakeholders* e mercado, que cada vez mais exigem transparência e melhoria dos aspectos não financeiros de seus negócios.

Por este motivo, o futuro competitivo dos negócios da empresa dependerá, cada vez mais, de sua política sustentabilidade, ou seja, pela capacidade que ela possui para manter-se em funcionamento através do tempo, utilizando de forma responsável os recursos para sua atividade, ao mesmo tempo que cria valor para os grupos relacionados com a organização (*stakeholders*).

Ainda existem muitos desafios a serem enfrentados para que a sustentabilidade seja de fácil adoção e implantação. Além de líderes competentes e indicadores eficazes, a empresa tem que superar obstáculos como, por exemplo, ter um plano de negócio bem estruturado, uma comunicação efetiva com os funcionários, um sistema de informação desenvolvido e ajudar na incorporação da cultura sustentável.

Neste contexto, considera-se que o Brasil terá um diferencial competitivo, no que tange à valoração do capital natural e cultural, devido suas riquezas e potencial de gerar negócios. Para tanto, as empresas deverão usar as políticas da Agenda 2030 e as práticas de ESG, e centrar-se no desenvolvimento sustentável como uma oportunidade de mudança e transição para uma nova economia, uma nova forma de se posicionar na sociedade (empresa consciente), no respeito de conviver em sociedade, e de crescer em um meio de concorrência onde todos possam ganhar de modo equilibrado.

## Referências

ADVFN - **Cotação de Ações da Bolsa de Valores Bovespa** - 2019. Disponível em: <https://br.adv;fn.com/indice/ise>. Acesso em setembro de 2019.

AMBIMA – Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. **Engajamento de questões ambientais, sociais e de governança na análise de investimento de gestores de recursos. 2ª Pesquisa de Sustentabilidade**, 2018. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/4C/92/36/CF/D6C17610167AA07678A80AC2/R elatorio-Sustentabilidade-2018.pdf> . Acesso em 13 de fevereiro de 2019.

ANDRADE, Maria Margarida. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ARAÚJO, Carlos Alberto. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Em *Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006. Disponível em:

<http://www.brapci.inf.br/index.php/res/download/46788>. Acesso em 20 de março de 2019.

BM&FBOVESPA (2013). **Sustentabilidade: uma agenda estratégica e inadiável**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/data/files/77/F1/16/6B/85BF25103A135D25790D8A A8/Sustentabilidade-agenda-estrategica.pdf>. Acesso em 13 de setembro de 2019.

BACEN – BRASIL - BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro**. ISSN 2175-926X. Ano 6, nº 54, março de 2011. Disponível em <http://www.bcb.gov.br/pre/boletimrsa/BOLRSA201103.pdf>. Acesso em 20 de março de 2019.

CARSON, Rachel. **Primaveras Silenciosas**. 2ªed. Editora Melhoramentos. 1969. Disponível em: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/primaverasilenciosa-rachelcarson-pt.pdf>. Acesso em 22 de agosto de 2019.

CAVALCANTE, L. R. M. T; BRUNI, A. L; COSTA, F. J. M. **Sustentabilidade empresarial e desempenho corporativo: uma análise do mercado brasileiro de ações**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 31, 2007, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ANPAD, 2007. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013\\_EnANPAD\\_ESO1759.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_ESO1759.pdf). Acesso em 22 de agosto de 2019.

CLARO, P.B.O. CLARO, D.P. & AMÂNCIO, R. **Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações**. Revista de Administração, 43 (4), 289-300, 2008.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS – CVM (2014). **O mercado de valores mobiliários brasileiro**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

CRISTÓFALO, Renan Gazarini; AKAKI, Alexis Shinji; ABE, Tatiana Camasmie; MORANO, Rogério Scabim; e MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. **Sustentabilidade e o mercado financeiro: estudo do desempenho de empresas que compõem o índice de sustentabilidade empresarial (ISE)**. USP: REGE - Revista de Gestão 23 (2016) 286–297. Agosto de 2016.

ELKINGTON, John. (1997). **Cannibals with forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business**. pp. 1997. Oxford: Capstone Publishing. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006129603978>. Acesso em 25 de junho de 2019.

EVANGELISTA, Raquel. **Sustentabilidade: Um possível caminho para o sucesso empresarial?** Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão [online]. 2010, vol.9, n.1-2, pp.85-96. ISSN 1645-4464. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1645-44642010000100009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1645-44642010000100009&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 25 de fevereiro de 2019.

Expert Xp. 2020. **ESG de A a Z Tudo o que você precisa saber sobre o tema**. Disponível em <https://conteudos.xpi.com.br/esg/esg-de-a-a-z-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-tema/>

GARCIA, Alexandre Sanches e ORSATO, Renato J. (2013). **ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: PORQUE PARTICIPAR?- ENANPAD** - 37º Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/RJ – 7 a 11 de setembro de 2013. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013\\_EnANPAD\\_ESO1759.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_ESO1759.pdf). Acesso em: Acesso em 24 de abril de 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em [http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: Acesso em 25 de fevereiro de 2019.

GVCES. (2012). **O Valor do ISE - Principais estudos e perspectiva dos investidores**. São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://gvces.com.br/o-valor-do-ise-principais-estudos-e-a-perspectiva-dos-investidores?locale=pt-br>. Acesso em 20 de março de 2019.

HALL, J. & MATTHEWS, E. **The measurement of progress and the role of education**, *European Journal of Education*, 43 (1), 11-22, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1465-3435.2007.00334.x>. Acesso em 25 de junho de 2019.

INFOMONEY (2019). **Bancos com US\$ 47 trilhões em ativos adotam princípios climáticos da ONU**. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/bancos-com-us-47-trilhoes-em-ativos-adotam-principios-climaticos-da-onu/>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC)/Grupo Banco Mundial. Disponível em <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corpextcontent/ifcexternalcorporatesite/home>. Acesso em 24 de abril de 2019.

LUENEBURGER, C. & GOLEMAN, D. **The Change Leadership Sustainability Demands**, *MIT Sloan Management Review*, 51 (4), 2010. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-change-leadership-sustainability-demands/>. Acesso em 20 de março de 2019.

MACHADO, V. de F. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável: de Estocolmo a Rio 92**. Brasília, 2005. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília.

MACKAY, John; SISODIA, Raj. (2018). **Capitalismo Consciente: como liberar o espírito heroico dos negócios**. Rio de Janeiro-RJ: Editora Alta Books.

MEBRATU, D. (1998). **Sustainability and sustainable development. Historical and conceptual review**. *Environmental Impact Assessment Review*, 18, 493–520. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.8171&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 25 de junho de 2019.

NASCIMENTO, E. P. (2012). **Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** 26, 51–64. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_ar](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_ar)

ttext&pid=S0103-40142012000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 24 de abril de 2019.

SOCIAL INVESTMENT FORUM FOUNDATION. *Annual Report: US SIF and US SIF Foundation Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States.* Washington, 2017. Disponível em: [https://www.ussif.org/files/Publications/2017USSIFAnnualReport\\_online.pdf](https://www.ussif.org/files/Publications/2017USSIFAnnualReport_online.pdf). Acesso em 13 de Setembro de 2019.

TOSINI, M. F. C. **Risco ambiental para as instituições financeiras bancárias.** Campinas: Unicamp, 2005.

THE EQUATOR PRINCIPLES. **Princípio do Equador - Junho de 2013- Um referencial do setor financeiro para identificação, avaliação e gerenciamento de riscos socioambientais em projetos.** Tradução Informações gerais sobre os Princípios do Equador Disponível em: <<http://www.equator-principles.com>>. Acesso em 13 de Setembro de 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Princípios para o investimento responsável (PRI):** Uma iniciativa de investidores em parceria com a Iniciativa Financeira do Programa da ONU para o Meio-Ambiente (UNEP FI) e o Pacto Global da ONU. 2016

UNPRI – **Princípios para o investimento responsável (PRI).** Disponível em: <https://www.unpri.org/>. Acesso em 13 de fevereiro de 2019.

WCED. (1987). **Out common future.** London: Oxford University Press. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em 20 de Agosto de 2019.

YAGASAKI, Cintia Akemi, MARTINS, Roberto Antonio. **Sustentabilidade como uma estratégia empresarial.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012\\_TN\\_STO\\_163\\_950\\_20480.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_163_950_20480.pdf). Acesso em 13 de Setembro de 2019.




## Capítulo 2


# FILMES E ENSINO DE ECOLOGIA: DE PACHAMAMA A LORAX.

**Maria Stela Maioli Castilho Noll, Monica Abrantes Galindo**

**Resumo:** Nosso objetivo foi identificar o potencial de filmes do circuito comercial como ferramenta para o ensino de Ecologia, na sua abordagem teórica e ambiental. O ensino de Ecologia tem se destacado devido aos problemas ambientais que vivenciamos atualmente. Utilizamos como material de análise as respostas dos licenciandos do curso de Ciências Biológicas a um questionário sobre dois filmes do circuito comercial - “O Lorax: em busca da trífula perdida” e “Pachamama”, os quais trazem discussões relacionadas à Ecologia. Os alunos destacaram temas relacionados com a Ecologia teórica e ambiental, apontaram aspectos críticos dos filmes e sugeriram atividades que poderiam ser trabalhadas em sala de aula a partir dos filmes. Discutimos o potencial interdisciplinar de alguns temas que aparecem nos filmes como o desmatamento e a agricultura sustentável. Constatamos o potencial dos filmes para o ensino de Ecologia, mostrando também a necessidade da análise crítica sobre os conteúdos apresentados.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Cinema. Educação ambiental. Estratégia de ensino. Desmatamento.

M. S. M. Castilho-Noll (  ). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/UNESP/Departamento de Ciências Biológicas. São José do Rio Preto, SP, Brasil.

M. A. Galindo (  ). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/UNESP/Departamento de Educação. São José do Rio Preto, SP, Brasil.  
e-mail: [monica.galindo@unesp.br](mailto:monica.galindo@unesp.br).

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Ecologia tem se destacado devido aos problemas ambientais que vivenciamos atualmente. Vivemos também em um mundo repleto de apelos visuais e tecnológicos. Ainda que pese uma grande diferença de acesso à tecnologia a depender da região e da classe econômica, ver um filme ou produzir um pequeno vídeo é uma possibilidade cada vez mais frequente para diversos grupos sociais. Nossa proposta aqui é identificar o potencial de filmes do circuito comercial como ferramenta para o ensino de Ecologia, na sua abordagem teórica e ambiental.

Essa identificação se deu a partir da análise de uma atividade desenvolvida com alunos licenciandos em uma disciplina do curso de Ciências Biológicas. Os alunos escolheram e assistiram dois filmes do circuito comercial - “O Lorax: em busca da trífula perdida” e “Pachamama”-, responderam a um questionário proposto pelas professoras e participaram de uma discussão sobre os conceitos de Ecologia apresentados nos filmes, a forma como esses conceitos foram apresentados, além de sugerirem atividades que poderiam ser desenvolvidas tendo os filmes como referência.

A divulgação da Ciência e a Ciência como disciplina escolar sempre precisaram estar perto da população. Na nossa conjuntura atual em que o negacionismo científico tem significado a tomada de decisões que colocam em risco toda a população - como o caso da recusa das vacinas -, ou a não compreensão dos diversos aspectos dos problemas ambientais e suas consequências em âmbitos nacionais e internacionais, essa aproximação através de uma linguagem realmente acessível, mas igualmente interessante, se faz fundamental. Nesse sentido, nosso interesse na identificação e explicitação de possibilidades do cinema como ferramenta pedagógica.

A seguir apresentaremos uma introdução sobre o uso do cinema como metodologia pedagógica; definições sobre Ecologia e as abordagens nos documentos oficiais de educação básica; definições sobre interdisciplinaridade; detalhamento sobre a metodologia utilizada; descrição dos filmes trabalhados; análise das respostas dos alunos aos questionários e nossas considerações finais.

## POR QUE CINEMA E ESCOLA? - O CINEMA COMO METODOLOGIA PEDAGÓGICA

Carmo (2003) inicia seu texto a respeito das possibilidades educativas do cinema e de sua relação com a escola com uma pergunta direta: Por que cinema e escola? E a resposta proposta no texto remete à ideia que o cinema conduz a um novo enfoque dos conteúdos da matriz curricular, porque implica na mudança de percebê-los, de avaliá-los e de entendê-los. Para Carmo (2003), o cinema (imagem e som) modifica os processos de transmissão de conhecimentos dessa matriz, tradicionalmente apoiados na leitura e na escrita. Concordamos com o autor que o cinema na escola só se justifica se ele desperta no aluno o interesse pelo ensino, e, ao mesmo tempo, mostra novas possibilidades educacionais apoiadas na narrativa cinematográfica. Essa foi nossa intenção. Como destacado no texto de Carmo (2003) uma de nossas ambições como educadoras é falar - no sentido de conseguir alcançar- para amplas camadas da população. Nessa perspectiva, o cinema chamado de comercial ou de massa vem ao encontro do professor que pretende dar uma nova dinâmica quer no processo de escolarização, quer no processo educacional.

No processo de formação de professores, é importante que os licenciandos - aqueles que estão em processo de formação para a docência - experienciem o exercício de ver diferente para que possam também propor para seus alunos essa possibilidade:

Educar pelo cinema ou utilizar o cinema no processo escolar é ensinar a ver diferente. É educar o olhar. É decifrar os enigmas da modernidade na moldura do espaço imagético. Cinéfilos e consumidores de imagens em geral são espectadores passivos. Na realidade, são consumidos pelas imagens. Aprender a ver cinema é realizar esse rito de passagem do espectador passivo para o espectador crítico (CARMO, 2003, p. 7)

Carmo (2003) faz uma discussão bastante interessante sobre o filme “Jurassic Park”. Segundo o autor, o filme de Steven Spielberg - diretor habitualmente desqualificado como sendo de filmes comerciais - traz uma série de possibilidades de leituras sofisticadas sobre a sociedade, a relação com a Ciência, a ética, o capitalismo dentre outros temas. Para o autor o filme traz elementos que permitem uma discussão que é “refinada, erudita, e ao mesmo tempo alcança a massa”, mas essa possibilidade não se dá de modo intuitivo, existe a necessidade de racionalizar. E é nesse papel que o professor pode atuar.

Não há em nós a pretensão do desenvolvimento aprofundado das ferramentas que são necessárias para que os professores possam atuar nesse papel, assim como aperfeiçoar seu próprio olhar para o material fílmico, mas de maneira mais ampla e simplificada, desejamos introduzir uma discussão nessa direção, como um exercício sobre essas possibilidades. Lembramos com o autor que sem cultura cinematográfica não se pode analisar um filme, nesse sentido, nossa proposta de um exercício inicial de análise que deve ser feito e aprendido por todos - alunos e professores.

Ainda que Carmo (2003) destaque que “o filme não deve funcionar como suporte para conteúdos desta ou daquela disciplina”, no nosso caso, o exercício tem como foco os temas ligados à sustentabilidade e Ecologia, que por si só, já são temáticas amplas, interdisciplinares e que permitem uma análise a partir de diferentes perspectivas.

Piassi, Gomes e Ramos (2017) apresentam uma lista de complicações para a proposição de filmes como metodologia pedagógica, embora defendam essa proposta. Como problemas complicadores listam:

- o tempo de exibição;
- a linguagem cinematográfica;
- a possibilidade de confusão entre um momento de “aula” e um momento de “lazer”.

O outro lado da moeda, também trazida pelos autores (PIASSI; GOMES; RAMOS, 2017), ou seja, as vantagens e possibilidades de utilizarmos filmes como uma boa metodologia pedagógica, está no fato de o cinema ser uma arte que atinge um grande número de pessoas pois fala mais diretamente ao público.

Nesse sentido, no caso da possibilidade de uso dos filmes como metodologia para o ensino das Ciências, entendemos que a linguagem mais direta e mais simplificada pode aparecer nas duas listas – das complicações e das vantagens. No caso das complicações, o fato da linguagem cinematográfica ser mais superficial do que a escrita, de certa forma inibe a imaginação e a criatividade ao exibir cenas prontas, não dando espaço para a elaboração própria do aluno (PIASSI; GOMES; RAMOS, 2017).

Nessa mesma linha, em relação ao ensino de Ciências, uma linguagem mais superficial também oferece o risco de apresentar temas complexos de maneira simplória, gerando uma falsa ideia do conteúdo científico e suas relações, que nem sempre são óbvias, que nem sempre são simples. Já dizia Marx (1983) que se a essência e a aparência das coisas coincidissem, a ciência seria desnecessária.

Por outro lado, essa linguagem mais direta, mais simplificada, de cenas mais prontas, mas também mais ricas, permite que o cinema faça a mediação da interação com os estudantes por imagens em movimentos e sons e não somente pelo texto escrito, dando

assim uma impressão de realidade – que também tem suas vantagens e seus riscos. Vantagens porque permite uma visualização rápida e, considerando os recursos tecnológicos atuais, cada vez mais próxima da realidade. Riscos porque se o cuidado com a relação com a realidade não for uma preocupação pode fazer parecer real, o que na verdade é fantasia – o que também em termos de arte não é um problema, mas em termos de conhecimento científico é. Para filmes com temáticas científicas é comum que exista uma consultoria de cientistas.

De qualquer maneira, concordamos com Carmo (2003) que

... na sala de aula ou na pizzaria, depois de uma sessão de cinema, especialistas e leigos querem captar nos fotogramas o pensamento em movimento. Dar-se ao trabalho de pensar nesses tempos de conformismo e banalização maciços seja, talvez, a maior contribuição da educação junto a um ensino de qualidade.

Entendemos que diante de temáticas tão complexas da nossa sociedade - como, por exemplo, as questões ambientais - que se nos apresentam diariamente, o cinema é um grande aliado para a análise e compreensão de suas dinâmicas.

## **O QUE É ECOLOGIA? - ECOLOGIA, SUSTENTABILIDADE E AMBIENTE**

Um dos temas abordados em filmes de ficção e animações é a Ecologia na sua vertente ambiental. Muitos destes filmes são voltados para o público infantil e, no decorrer da história, apontam para problemas ambientais causados pela ação humana num determinado contexto, com um desfecho para ações de reversão do impacto, conservação da natureza e sustentabilidade. Quase sempre provocam a reflexão sobre as causas e consequências das ações humanas frente à exploração da natureza e apontam para soluções imediatas e bem-sucedidas para o problema em questão. Exceção recente é o filme “Não olhe para cima”, que de forma irônica, apresenta um desfecho não tão bem sucedido para a grande maioria da população mundial, permitindo também nesse caso, inúmeras reflexões a respeito de questões ambientais, Ciência, ética etc.

Os problemas ambientais que vivenciamos atualmente têm resultado em efeitos desastrosos para a natureza, sendo muitos deles de longo prazo. Dentre eles, Singh & Singh (2017) destacam a perda da biodiversidade, o desmatamento, o aquecimento global e o acúmulo de resíduos sólidos, como os principais. Todos estes problemas ambientais geram graves consequências sociais, mais diretamente sofridas pelas populações economicamente mais vulneráveis, que como em outros aspectos sociais são também as mais prejudicadas ambientalmente, sofrendo os impactos com maior severidade (CHIARINI, 2006). Tem sido uma preocupação mundial na atualidade, portanto, o desenvolvimento de uma consciência ambientalmente mais responsável nas gerações atuais e futuras, o que é bem enfatizado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que estão no centro da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2017).

## **A ECOLOGIA APARECE NOS DOCUMENTOS OFICIAIS DA EDUCAÇÃO? - A ECOLOGIA NOS PCNs E NA BNCC**

Também nos documentos oficiais orientadores da Educação Básica no Brasil, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN - (BRASIL 1998) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC - (BRASIL 2018), o aprendizado sobre o meio ambiente com uma

visão crítica sobre os impactos ambientais que vivenciamos é apontado como objetivos a serem alcançados na educação básica do país.

Em sentido mais amplo, que inclui as questões educacionais mas as ultrapassam também, a Ecologia tem fornecido as bases para que as ações humanas no planeta não sejam prejudiciais ao ambiente, prevenindo impactos ou mesmo revertendo processos de degradação ambiental. Desta forma, é possível observar a ciência Ecologia sob vários aspectos (MOTOKANE; TRIVELATO, 1999), destacando-se dois: 1. um conjunto de conhecimentos teóricos sobre a natureza envolvendo as informações investigadas sobre a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, e 2. aplicação dos conhecimentos ecológicos com estratégias para prevenir ou reverter os danos causados pelo ser humano ao meio ambiente. Esta segunda pode ser considerada como uma abordagem ambiental ou conservacionista e tem a ciência Ecologia como um de seus componentes, contando também com várias outras como a Sociologia, a Economia, a Antropologia, entre outras.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), a Ecologia aparece explicitamente como uma ciência com conteúdos bem definidos a serem abordados pelo professor, mas que não deve ser empregada como sinônimo de “meio ambiente”, cuja abordagem envolve também a visão crítica sobre os problemas ambientais atuais. Neste documento, “meio ambiente” é apresentado como um tema transversal que deve estar presente de modo interdisciplinar nas propostas didáticas. Já no documento Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2018), parece existir uma preocupação com o desenvolvimento de habilidades e competências, por meio dos conteúdos, que possibilitem a compreensão sobre a necessidade de um desenvolvimento científico e tecnológico associado à manutenção das interações ecológicas e de todo o equilíbrio na natureza (BRASIL, 2018). Para Fonseca e Caldeira (2008), para além dos conhecimentos científicos, o ensino de Ecologia tem o potencial de contribuir para a formação do aluno enquanto cidadão.

Especificamente a BNCC (BRASIL, 2018, p.553) traz três competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio, são elas:

- 1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
- 2) Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
- 3) Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Sendo a Ecologia uma ciência que tem o objetivo de estudar as interações dos seres vivos com o meio que os cerca tanto na escala temporal quanto espacial (FONSECA; CALDEIRA, 2008), seu estudo liga-se diretamente à competência geral 1 da BNCC, que é analisar fenômenos naturais - o meio - e processos tecnológicos - interações dos seres humanos. Liga-se à competência geral 2 no sentido de oferecer ferramentas para fundamentar e defender decisões éticas e ambientalmente responsáveis, relacionadas com as interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos. E

finalmente com a competência geral 3 também na investigação de situações-problema e avaliação das aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais.

Diante da necessidade de utilização de ferramentas diversificadas para o ensino de Ecologia para a Educação Básica, optamos por realizar um estudo que identificasse o potencial de filmes do circuito comercial para o ensino desta disciplina em suas duas vertentes, tanto a teórica quanto a ambiental.

## **PLURIDISCIPLINAR OU INTERDISCIPLINAR? A PERSPECTIVA DA INTERDISCIPLINARIDADE**

Nossas escolas trabalham prioritariamente com disciplinas justapostas e de certa forma, isoladas entre si, ensinadas em uma ordem lógica, com horários rígidos, sem considerar as diferenças de aprendizagem dos alunos e suas interligações. Isso é uma abordagem pluridisciplinar. Uma crítica importante a essa abordagem é que ela lida com o conhecimento de forma estanque e fragmentada (LIBÂNEO, 2002).

Considerando nossos problemas e nossas realidades cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais e planetárias (MORIN, 2003), esse tipo de abordagem tem se mostrado cada vez mais inadequada ou incompleta. Essa inadequação não é muito difícil de perceber quando olhamos para qualquer problema ou situação real, por exemplo, os problemas ligados ao ambiente: os problemas reais não “pertencem” exclusivamente a uma ou outra disciplina e as fronteiras que dividem cada uma das disciplinas usuais têm simultaneamente se ampliado e se tornado mais tênues.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são alternativas de abordagens que, entretanto, mantêm a mesma base de relação com o conhecimento, qual seja, a existência de uma divisão por disciplinas. Desse modo, os conhecimentos disciplinares e transdisciplinares, assim como os interdisciplinares, não se antagonizam, mas se complementam (SANTOS, 2008)

Segundo Libâneo (2002) a noção mais conhecida de interdisciplinaridade é a interação entre duas ou mais disciplinas para superar a fragmentação, a compartimentalização de conhecimentos, implicando uma troca entre especialistas de vários campos do conhecimento na discussão de um assunto, na resolução de um problema, tendo em vista uma compreensão melhor da realidade.

Diante da organização escolar atual, consideramos relevante a observação do autor (*ibid.*) de que atitudes e práticas interdisciplinares não são incompatíveis com a organização do currículo por disciplinas escolares que têm por base as disciplinas científicas, porque não há prática interdisciplinar sem a especialização disciplinar. Sem perder de vista a necessidade de alterações profundas no funcionamento e na estrutura escolar, é preciso também buscar alternativas de trabalho que caminhem na direção desejada – no caso, uma superação da fragmentação disciplinar - com as condições que se têm – uma escola organizada administrativamente e pedagogicamente a partir de disciplinas.

Completando essa definição de interdisciplinaridade, Fazenda (1994) considera a interdisciplinaridade como uma exigência natural e interna das ciências no sentido de uma melhor compreensão da realidade que elas nos fazem conhecer. Segundo a autora, a interdisciplinaridade impõe-se tanto à formação do homem como às necessidades de ação, principalmente do educador.

O exercício de olhar as diversas disciplinas que podem estar juntas em determinada atividade, como a proposição aqui presente, podem ser um exercício

privilegiado para a revisão desses aspectos fundamentais da sala de aula num trabalho interdisciplinar. Os filmes, conforme definição de Carmo (2003), podem ser considerados uma sala de aula nos quais a aprendizagem é possível e assuntos habitualmente tratados na escola podem ser vistos de forma diferenciada: quer seja objetivamente pela mudança da linguagem e do veículo em si, quer metodologicamente, quando os professores organizam atividades com opções metodológicas e de contato com materiais e experiências que a escola não tem condições de fazer habitualmente.

### **COMO ESTE ESTUDO FOI FEITO? - DETALHAMENTO DA METODOLOGIA UTILIZADA PARA O ESTUDO**

Propusemos aos alunos licenciandos do curso de Ciências Biológicas que trouxessem sugestões de filmes do circuito comercial disponíveis nos cinemas, nas plataformas digitais, locadoras etc - e que não fossem especificamente apresentados como filmes didáticos para discussão da Ecologia como documentários ou aulas, mas que os alunos considerassem que tivessem algum potencial para a discussão da temática. Foram sugeridos dois filmes: “O Lorax: em busca da trúfula perdida” e “Pachamama”. Ambos encontram-se disponíveis em plataformas de *streaming*.

Os alunos assistiram os dois filmes e trouxeram destaques gerais que foram discutidos em sala de aula. Posteriormente eles responderam a um questionário do qual destacamos as seguintes questões, que são nosso material de análise no presente trabalho:

1. Destacar dos dois filmes assistidos conceitos gerais relacionados com a Ecologia que podem ser trabalhados na sala de aula.
2. Destacar aspectos críticos no que se refere aos processos ecológicos envolvidos.
3. Propor a partir dos filmes uma atividade específica a ser desenvolvida em sala de aula.

Detalhar: nível de ensino; objetivos; conceitos envolvidos; tipo e desenvolvimento de atividades; interação/ligação com outras disciplinas/áreas.

Os dados foram analisados a partir da perspectiva da análise de Conteúdo (FRANCO, 2003) além das características gerais das diversas abordagens de ensino (MIZUKAMI, 1986) e da Ecologia – abordagens teóricas e ambiental.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IIBILCE/UNESP, contendo o número de registro CAAE 49685221.8.0000.5466.

### **QUAIS OS ENREDOS DOS FILMES? DESCRIÇÃO DOS FILMES TRABALHADOS**

“O Lorax: em busca da trúfula perdida” é um filme de animação estadunidense de 2012, dos gêneros fantasia, aventura e comédia, dirigido por Chris Renaud para a Illumination Entertainment, com roteiro de Ken Daurio e Cinco Paul baseado no livro infantil *The Lorax*, de Dr. Seuss. Conta a história de um menino de 12 anos que procura uma árvore de verdade em uma época futura em que todas as árvores são artificiais, para ganhar a simpatia da menina dos seus sonhos, por quem está enamorado. Para encontrar uma árvore de verdade, percorre o território do Lorax, uma criatura lendária, mal-humorada e charmosa que luta para preservar o seu mundo e as criaturas que o habitam.

“Pachamama” é um filme de animação franco-luxemburguês-canadense de 2018, dirigido por Juan Antin e escrito por Christophe Pujol e Juan Antin. Conta a história de um menino corajoso, que sonha em se tornar xamã e que quando uma estatueta sagrada é misteriosamente roubada de sua pequena vila na Cordilheira dos Andes, parte em uma aventura junto com sua sábia amiga, com a intenção de trazer o artefato de volta.

## O QUE NOS DISSERAM OS ALUNOS? ANÁLISE DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS

Analizamos as respostas dos alunos para cada uma das questões propostas.

**Questão 1** - Destacar dos dois filmes assistidos conceitos gerais relacionados com a Ecologia que podem ser trabalhados na sala de aula.

Para ambos os filmes os alunos identificaram vários temas da Ecologia, tanto relacionados com a Ecologia Conceitual, quanto os relacionados com a Ambiental (QUADRO 1). Identificar estes temas nos filmes trabalhados pode auxiliar na utilização dos mesmos como uma ferramenta pedagógica, no sentido de estimular ou inspirar as explicações sobre os conteúdos de Ecologia.

Quadro 1 - Lista de temas da Ecologia apontados pelos alunos após assistirem aos filmes “Pachamama” e “O Lorax: em busca da trufula perdida”.

<b>Ecologia Conceitual</b>	<b>Ecologia Ambiental</b>
Interações ecológicas	Conservação da biodiversidade
Ciclos biogeográficos	Desmatamento
Ecossistemas/biomas	Povos nativos e sua relação com a natureza
Conceitos gerais (habitat, nicho ecológico)	Impactos ecológicos da mineração
Ciclagem de nutrientes	Sistemas de esgoto
	Geração de lixo/plástico
	Ecologia urbana

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os alunos explicitaram as cenas dos filmes nas quais esses temas podem ser identificados.

Começando com a abordagem Conceitual, as interações ecológicas podem ser identificadas no filme Pachamama, quando a história conta sobre a utilização de plantas como alimento pela população da aldeia, já no filme do Lorax, a interação não é tão explícita, mas muito presente quando se fala sobre a produção de oxigênio pelas plantas.

Os Ciclos biogeoquímicos na produção de oxigênio, trazem conceitos sobre as fontes de gás oxigênio atmosférico e a dependência deste gás para os seres vivos. No Lorax o ar passa a ser comprado engarrafado.

O filme Pachamama tem como cenário um tipo específico de bioma que é o deserto andino, mostrando as variações de relevo, bem como a fauna e flora características, havendo representações de plantas típicas de deserto, como cactos e suculentas, bem como de animais como a lhama, tatu e serpentes. Este cenário pode motivar abordagens relacionadas com os diferentes tipos de biomas que existem e a relação dos seres vivos com as características físicas do ambiente.

De forma mais geral, as características específicas dos biomas podem ser motivadores para que se estabeleçam os conceitos de habitat e nicho ecológico. No filme Lorax também pode-se abordar estes conceitos nas cenas em que os animais perdem seus habitats, quando ocorre o desmatamento da floresta.



Quando as pessoas da aldeia oferecem parte de sua colheita para Pachamama, que pode ser vista como a Terra, em uma cena inicial do filme, pode-se relacionar essa ação ou ritual com os conceitos de ciclagem de nutrientes, uma vez que frutos e sementes que são enterrados, se decompõem enriquecendo o solo para produção de novos vegetais.

Sobre a Abordagem Ambiental, a conservação da biodiversidade pode ser identificada em ambos os filmes, a partir das preocupações dos protagonistas em impedir ou reverter os impactos causados pelo desmatamento e exploração dos recursos naturais.

O desmatamento é um tema abordado principalmente no filme Lorax quando para a confecção de um tipo de roupa há uma exploração intensa da matéria prima fornecida pelas árvores que são quase totalmente extintas. Os danos causados por essa ação podem ser percebidos com a perda de habitat pelos animais da floresta, que invadem a residência do homem e pela falta de gás oxigênio nas cidades.

Os povos nativos e sua relação com a natureza são apresentados como foco no filme Pachamama que destaca a possibilidade da existência de uma harmonia entre uma população indígena e a natureza. Há uma exploração com a agricultura, mas tudo é feito de forma muito equilibrada e distribuída para todos. Há uma valorização do que é produzido pela natureza.

Os impactos ecológicos da mineração aparecem em Pachamama explicitamente através dos personagens que invadem a aldeia com a intenção de explorar recursos minerais representados por ouro e pedra preciosas. Para tanto, se utilizam de muita agressividade e não se importam em matar animais, plantas e outros humanos para conseguir os minérios. Com este tema, pode-se discutir em sala de aula questões relacionadas com a civilização atual que valoriza demasiadamente os recursos minerais em detrimento da fauna e da flora dos locais onde são explorados. Importante nos remeter especificamente aos problemas do nosso país em relação às atividades de mineração feitas de maneira totalmente não sustentável.

No Lorax, o esgoto produzido é liberado aparentemente sem nenhum tratamento em um rio que corre fora da cidade e longe dos olhos da população. Já no filme Pachamama, é mostrado que em cidades incas antigas já existia sistema de canalização de água, mostrando que há tempos o homem se preocupa e desenvolve tecnologias para utilização de água potável. Nesse sentido, também a valorização do conhecimento tecnológico fora do eixo europeu pode ser destacado, dentro da discussão da necessidade do processo de decolonização, entendido como o resgate de conhecimentos omitidos e excluídos pela colonialidade do poder e do saber, bem como o questionamento sobre tradições raciais, e a tentativa de desconstruí-las (MANGUEIRA, 2019)

A cidade de Lorax é apresentada com muitos componentes artificiais, feitos de plásticos, o que acarreta uma grande geração de lixo/plástico. Pode-se utilizar este contexto para abordar o consumismo e a produção de lixo, mais especificamente de plástico e o quanto isto pode ser prejudicial ao ambiente.

Discussões a respeito da Ecologia urbana, das características que uma cidade deve ter para uma vida saudável da população podem suscitadas pelos dois filmes. No filme Lorax, não há nenhuma árvore natural, o que pode instigar discussões sobre arborização e a visão crítica de como é a cidade onde se vive? É arborizada? Apresenta parques e praças naturais? Qual a importância desses componentes em uma cidade?

**Questão 2.** Destacar aspectos críticos no que se refere aos processos ecológicos envolvidos.

Para a maioria dos alunos que analisaram os filmes, as abordagens ecológicas foram tratadas de forma superficial e com os impactos ambientais sendo solucionados de

forma rápida. Mas além destes, outros destaques foram analisados de forma crítica pelos alunos (QUADRO 2).

Quadro 2 - Lista de aspectos críticos apontados pelos alunos após assistirem aos filmes “Pachamama” e “O Lorax: em busca da tréfula perdida”.

<b>Aspectos críticos apontados</b>
Tema Ecologia tratado superficialmente
Recuperação rápida da natureza após um impacto
Humanização dos animais
Possibilidade de vida totalmente artificial
Consciência ambiental facilmente adquirida
Visão utilitarista da natureza
Folhas como sujeira
Descarte do lixo não é um problema

Fonte: Elaborado pelas autoras.

- Recuperação rápida da natureza após um impacto: no filme Pachamama, após um incêndio, bastou uma chuva e o plantio de três sementes para que as plantas germinassem e ocupassem completamente os campos.
- Humanização dos animais: no filme Lorax, os animais da floresta apresentam comportamentos e hábitos humanizados. Esta humanização de animais está sempre presente em filmes e animações, especialmente infantis, mas é importante que o professor proponha a seus alunos olharem criticamente para estas situações, principalmente se o contexto estiver relacionado com a conservação destes animais na natureza.
- A possibilidade de uma vida totalmente artificial: esta situação pode ser observada no filme Lorax onde uma cidade é totalmente desmatada e pavimentada com a população sendo abastecida com gás oxigênio engarrafado. Pode-se olhar criticamente para este cenário e contrapor com uma cidade onde há muitas árvores e áreas verdes com benefícios para a atmosfera menos poluída e o clima.
- Consciência ambiental facilmente adquirida: O filme Lorax apresenta uma cena onde as pessoas, que antes estavam totalmente adaptadas a uma vida sem conexão com a natureza, rapidamente modificaram seus pensamentos, com a ação concreta de um menino ao plantar uma única árvore, e toda a população passa a ter consciência sobre a natureza. Esta conscientização não é tão fácil assim de se alcançar e exige esforço nos processos educativos e de políticas públicas. É importante que se observe que a conscientização ambiental de toda população envolve mudanças de muitos hábitos e comportamentos arraigados nas pessoas.
- Visão utilitarista da natureza: no filme Lorax, ao mostrar as árvores como fonte de recurso (tréfulas) e para produção de O<sub>2</sub>, passam a ideia de que as árvores

têm esse papel de servir ao ser humano, precisam ser preservadas apenas por este motivo e não pela conservação da biodiversidade como um valor em si.

- Folhas como sujeira: também no filme Lorax a cidade artificial é muito limpa e organizada, passando a ideia de que a presença de plantas que soltam folhas é o que deixa a cidade suja.
- Descarte do lixo não é um problema: Também no filme Lorax, observa-se que não há menção sobre o descarte do lixo produzido pela cidade, uma vez que tudo é de plástico (garrafas de ar, por exemplo) deve-se produzir muito lixo.
- Tema Ecologia tratado superficialmente: Estes apontamentos acima levaram à observação de que os temas da Ecologia foram tratados de forma superficial. Destacamos que em um filme que se propõe ao entretenimento e não explicitamente ao ensino, não é possível aprofundar conceitos científicos e explicações complexas. Entretanto, é importante que o professor esteja atento aos conceitos e abordagens dos temas para que ele faça as devidas correções e aprofundamentos, propiciando ao aluno uma compreensão correta dos fenômenos naturais envolvidos no enredo.

**Questão 3.** Propor a partir dos filmes uma atividade específica a ser desenvolvida em sala de aula. Detalhar: nível de ensino; objetivos; conceitos envolvidos; tipo e desenvolvimento de atividades; interação/ligação com outras disciplinas/áreas.

Sobre as atividades propostas pelos alunos a serem desenvolvidas a partir dos filmes, as agrupamos entre atividades de reflexão e atividades que chamamos de ação (QUADROS 3 e 4, respectivamente).

Quadro 3 - Lista de atividades de reflexão propostas pelos licenciandos após assistirem aos filmes “Pachamama” e “O Lorax: em busca da trufula perdida”.

<b>Atividades de Reflexão</b>	
1.	Criar uma lista com todas as embalagens que foram compradas durante um mês nas casas de cada um
2.	Analisar o plano ambiental do município, dados sobre queimadas do INPE, materiais de ONGs ligadas às questões ambientais.
3.	Aula expositiva sobre os temas
4.	Discutir o próprio filme
5.	Responder um questionário proposto pelos professores a respeito do filme com ou sem apresentações a respeito dos mesmos
6.	Buscar em outros materiais elementos que permitam a discussão a respeito da Ecologia

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Agrupamos como propostas de atividades de reflexão aquelas que tinham como objetivo algum tipo de análise ou discussão interna às salas de aula que permitissem um avanço dos alunos da educação básica na direção da compreensão dos fenômenos e/ou

dos conceitos da Ecologia que apareceram (ou não apareceram ou poderiam ter aparecido) no filme. As reflexões poderiam também focar na forma como esses conceitos apareceram nos filmes.

O que chamamos de propostas de ação tinham algum tipo de produto com potencial de ser utilizado com a comunidade extra-classe ou explicitamente voltadas para a comunidade extraclasse.

Destacamos que as duas primeiras atividades propostas – criar uma lista de embalagens e analisar o plano ambiental do município - partem de elementos externos à sala de aula e buscam lidar com dados reais. A primeira buscando oferecer uma sensibilização para a quantidade de embalagens que compramos cujo destino maior será diretamente o lixo. Essa sensibilização vem a partir de um provável espanto trazido pelo filme Lorax no qual a população compra ar engarrafado.

A segunda propõe também para a reflexão a análise de documentos reais, públicos como no caso do plano ambiental do município, estatísticos como no caso do INPE e particulares como no caso das ONGs. A reflexão nestes casos tem o potencial de trazer elementos sobre as prioridades dos municípios, o acesso às informações das cidades e aos dados estatísticos, os compromissos das organizações não governamentais com as propostas a que se dispõe contribuir.

Na atividade seis, embora a proposta seja de busca de outros materiais, os licenciandos não explicitaram se seriam documentos ou materiais de fora da escola, o que pode acontecer, mas a atividade pode também ser desenvolvida com materiais didáticos, livros ou filmes mais voltados ao ensino e menos ligados à vida externa cotidiana ou organizacional.

As atividades três, quatro e cinco fixam-se nas discussões a partir do próprio filme. Observamos que, ainda que exista uma crítica constante ao chamado ensino tradicional (MIZUKAMI,1986) as atividades voltadas à exposição pelo professor, como aulas expositivas ou aplicação de questionários, e atividades cujo objetivo é verificar o que o aluno conseguir aprender a respeito do filme ainda aparecem como sugestão dos próprios alunos licenciandos.

Quadro 4 - Lista de atividades, que chamamos de ação, propostas pelos licenciandos após assistirem aos filmes “Pachamama” e “O Lorax: em busca da trufula perdida”.

<b>Atividades de Ação</b>	
1	Montar uma peça de teatro ou vídeo
2	Criação de materiais de divulgação científica sobre temas ecológicos: escrita de um texto, organização de uma atividade externa, criação de posts.
3	Fazer uma horta comunitária
4	Plantar mudas na escola
5	Montar um terrário

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As duas primeiras ações propõem criação de materiais explicativos e/ou de divulgação de conceitos e ideias ligadas à Ecologia que permitam uma ampliação das discussões e de reflexões sobre o tema.

As três últimas ações são efetivamente ecológicas, sendo elas mesmas um produto coerente com conceitos ecológicos e que permitem também uma reflexão sobre a temática. Nestes casos a realização pode ser operacionalmente um pouco mais complicada – por exemplo, no caso da horta e do plantio de mudas existe a necessidade de espaço adequado e recursos materiais -, mas justamente por permitirem uma vivência real de uma ação ecológica tem um potencial de serem atividades ricas em termos de impactos na experiência dos alunos com o tema e melhoria da sua compreensão.

Um outro detalhamento importante solicitado aos alunos na questão 3 foi a ligação/interação com outras disciplinas. Os filmes são oportunidades para que os temas sejam abordados de modo interdisciplinar, o que é muito importante para o ensino de Ecologia, que, segundo Fonseca e Caldeira (2008), é uma disciplina potencialmente interdisciplinar.

Nessa questão 3 são os alunos que trazem sua visão a respeito dessa ligação entre disciplinas (QUADRO 5):

Quadro 5: Lista de disciplinas apontadas pelos alunos após assistirem aos filmes “Pachamama” e “O Lorax: em busca da trufula perdida”, com as quais é possível a interdisciplinaridade.

<b>Disciplinas</b>	<b>Temas interdisciplinares</b>
História	Chegada dos colonizadores espanhóis Revolução industrial Mudança das paisagens Levantamento de conceitos históricos
Artes	Apresentação de peça de teatro Confecção de materiais de divulgação de informações sobre Ecologia Uso nas atividades Decoração de garrafas Desenho
Matemática	Utilização de dados de empresas, de desmatamento, preço ambiental
Sociologia	Estudo de comunidades atuais e antigas que prezam pelo cuidado com o meio ambiente Consumismo
Geografia	Análise dos diversos hábitos alimentares Problemas do lixo Revolução industrial Solo Análise de dados do INPE Clima
Língua Portuguesa	Escrita de textos nas atividades Variação linguística dos alimentos por região
Filosofia	Consumismo

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As disciplinas Química, Física, Zoologia, Etologia, Botânica e Bioquímica foram citadas, mas sem explicitação das ligações possíveis com o filme.

Destacamos detalhando a seguir dois temas interligados identificados como interdisciplinares a partir dos filmes, embora não tenham sido trazidos nesses termos pelos alunos: 1. o Desmatamento, muito evidenciado no filme do Lorax, mas que também é abordado, ainda que indiretamente, no filme Pachamama; e 2. a Agricultura Sustentável, que é praticada pela população nativa no filme Pachamama.

1. Desmatamento - no filme Lorax, árvores são cortadas descontroladamente para utilização como matéria prima e, devido a esta ação humana, grandes extensões de terra são desmatadas sendo que toda uma cidade é construída sem que haja uma única árvore. A partir deste tema, pode-se abordar como as florestas são formadas e estudar a contribuição das árvores para o ecossistema. Com contribuições da Botânica, pode-se explicar sobre os vegetais e sua capacidade de realizar a fotossíntese e de que forma uma árvore absorve água do solo e mantém a atmosfera úmida, influenciando no clima, entrando também no campo da Física. Aqui, conceitos sobre ciclos biogeoquímicos podem ser aprofundados. Além disso, as espécies vegetais propiciam a ocorrência de muitas espécies animais, o que é possível estudar interações ecológicas, conceito de habitat e nicho ecológico na Ecologia, além da própria Zoologia ao listar as espécies animais vertebrados e invertebrados que ali ocorrem e suas características. O desmatamento fará com que toda uma biodiversidade desapareça e este conceito pode ser muito bem explorado neste ponto. A microbiologia é um tema que também pode ser abordado a partir do desmatamento, pois podem ocorrer muitas alterações no solo. Este é composto por muitos microorganismos, incluindo bactérias e fungos que vivem em simbiose com raízes de árvores e serão severamente influenciados pelo desmatamento, principalmente se este ocorre por meio do fogo. Com alterações no solo, o desmatamento pode provocar alterações na estrutura física do relevo, na conformação das bacias hidrográficas, o que pode ser aprofundado na Geografia. Geografia e História podem utilizar o tema para abordar questões da história de ocupação de uma dada área pela população humana, além de aprofundar questões associadas à Sociologia, Política e Economia, que fundamentalmente estão associadas aos desmatamentos, especialmente na atualidade.
2. Agricultura sustentável - no filme Pachamama, a população de uma aldeia inca cultiva algumas espécies de vegetais para sua subsistência. Nota-se que a produção é dividida entre todos da aldeia e não há preocupações com o acúmulo. Há sim preocupação com um equilíbrio na produção, bem representada em rituais sagrados de suas tradições antigas. A partir deste tema, é possível estudar as formas de agricultura que são praticadas na atualidade e sua relação com o meio ambiente. Pode-se abordar os vegetais que são utilizados na agricultura, aprofundando suas características morfológicas, seus ciclos de vida e exigências ecológicas. Outros conteúdos associados à monocultura são as interações de herbivoria entre plantas e insetos e a capacidade de alguns se tornarem pragas. A polinização é um outro tema interessante para ser abordado uma vez que é a partir dela que quase todos os alimentos que consumimos são produzidos. Pode-se também abordar os tipos de agricultura alternativos e suas vantagens para a conservação da biodiversidade. Além destes conteúdos da Biologia, professores

de Geografia, História e Sociologia podem utilizar o tema para explicar sobre questões geopolíticas e econômicas, como por exemplo, de que forma o sistema atual econômico lida com o acúmulo de recursos e a igualdade social. A utilização de agrotóxicos na agricultura convencional pode iniciar estudos sobre a Química destes compostos e como atuam nos organismos.

Estes são apenas alguns exemplos que podem ser inspiradores para que, a partir de um tema central, as várias disciplinas sejam utilizadas para compreender um determinado fenômeno ou solucionar um problema.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após as análises realizadas, constatamos que os filmes do circuito comercial analisados apresentam potencial para serem utilizados no ensino de Ecologia, bem como de várias outras disciplinas. Em uma revisão sobre estratégias utilizadas para o ensino de Ecologia, Maciel; Güllich; Lima (2018), na qual levantaram trabalhos publicados sobre ensino de Ecologia entre 2003 a 2015, não encontraram a utilização de filmes como estratégia em nenhum dos trabalhos analisados. Em tempos de ensino virtual, notadamente nos últimos anos, devido ao surgimento de uma pandemia que exigiu isolamento social, esta pode ser mais uma opção de estratégia para o ensino.

Os alunos listaram uma série de possibilidades dos filmes serem utilizados para um trabalho interdisciplinar na educação. Uma vez que estes filmes do circuito comercial sempre abordam uma história, seguindo um enredo, trazem situações problemas que são na sua essência inter e transdisciplinar, possibilitando que o professor não se restrinja, se assim o desejar, a uma única temática, e aproveite a rica oportunidade para relacionar os conceitos e processos envolvidos nos fenômenos naturais.

No que se refere especificamente ao filme Pachamama, de nossa parte, acrescentamos que ele permite inclusive uma discussão a respeito de conceitos ligados à necessidade de um processo de decolonização no sentido de que nós, povos que fomos colonizados, consigamos ver os fortes e presentes até hoje ecos dessa colonização entre nós. Outro aspecto histórico é o conhecimento da forma como comunidades histórica e geograficamente diferentes de nós lidaram e ainda lidam com o meio ambiente. Um exemplo dessas diferenças pode ser buscado nos povos originários da América Central e do Sul, como explicitamente a história de Pachamama e outras opções referem-se aos povos orientais, africanos e quilombolas brasileiros, sobre os quais sabemos muito pouco e estudamos pouco nos currículos habituais.

Alertamos ainda para a necessidade de que, quando da escolha dos filmes, o professor o analise com visão crítica, não exatamente para excluí-los de sua lista, mas para aproveitar as oportunidades de ensino, mesmo nos conceitos que possam aparecer de forma equivocada, como apontamos na análise da Questão 2. Sugerimos que o professor faça as devidas correções e aprofundamentos, propiciando ao aluno uma compreensão correta dos fenômenos naturais envolvidos no enredo. Um fato que é muito frequente nos filmes produzidos por outros países é a ausência de espécies da fauna e da flora brasileira, as quais devem ser, na oportunidade, enfatizadas pelo professor.

Para finalizar e a título de sugestão, listamos a seguir alguns procedimentos a serem seguidos para a utilização de filmes do circuito comercial como estratégia de ensino:

1. A escolha do filme pode ou não partir dos alunos, dependendo da idade e habilidades dos mesmos em identificar filmes relacionados com a disciplina em

questão ou com o tema a ser trabalhado, ainda que o fato de serem filmes indicados por eles é fundamental para que nos aproximemos de seus interesses;

2. Após a seleção, o professor deve assistir, identificando os temas abordados no filme que podem ser discutidos e aprofundados com os alunos;

3. Observar todo o filme criticamente identificando conceitos e abordagens equivocadas que podem ser aprofundados em aula;

4. Identificar nos filmes as possibilidades de um trabalho inter ou transdisciplinar.

5. O modo como os alunos assistirão ao filme pode variar: cada aluno pode assistir integralmente e de modo independente fora do horário da aula ou o professor pode selecionar trechos e apresentá-lo na sala de aula.

6. Elaborar situações de ensino aprendizagem, tais como rodas de discussão, pesquisas de aprofundamento, exercícios com questionários, elaboração de resumos, entre outros.

7. Aproveitar alguns trechos específicos e ampliar a discussão para questões sociais e que fazem parte do cotidiano dos alunos, ou mesmo históricas, aproveitando a oportunidade para a contextualização da realidade atual que vivemos.

A urgência e as necessidades das reflexões a respeito da Ecologia podem encontrar em atividades a partir de filmes um espaço profícuo para seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério de Educação. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Ciências Naturais. Brasília, 1998.

CARMO, Leonardo. O cinema do feitiço contra o feiticeiro. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*. n. 32, pp. 71-94, 2003 Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/925/1751>. Acesso em: fev. 2022.

CHIARINI, Tulio. Pobreza e meio ambiente no Brasil urbano. **Economia-Ensaio**. v. 20 n. 2, p. 7-33. 2006.

FAZENDA, Irani. C. A. *Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa*. Campinas, SP: Papirus, 1994.

FONSECA, Gustavo; CALDEIRA, Ana Maria Andrade. Uma reflexão sobre o ensino aprendizagem de ecologia em aulas práticas e a construção de sociedades sustentáveis. **Revista Brasileira do Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 1, n. 3. p. 70-92. 2008.



FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. *Análise do Conteúdo*. Brasília: Plano Editora, 2003. (Série Pesquisa em Educação).

LIBÂNIO, José Carlos. *Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente*. São Paulo: Cortez, 2002 – (Coleção Questões da Nossa Época; v. 67)

MACIEL, Eloisa Antunes; GÜLLICH, Roque Ismael Costa; LIMA, Daniela Oliveira. Ensino de Ecologia: concepções e estratégias de ensino. **Vidya** v. 38, n. 2, p. 21-36. 2018.

MANGUEIRA, Ana Beatriz Costa. A contribuição do pensamento decolonial para o ensino básico e o acadêmico brasileiro: desafios e perspectivas. In XVII CONGRESSO INTERNACIONAL FOMERCO - Fórum Universitário Mercosul - América Latina: Resgatar a Democracia. Repensar a Integração, 2019, Foz do Iguaçu. Disponível em: [https://www.congresso2019.fomerco.com.br/resources/anais/9/fomerco2019/1570034253\\_ARQUIVO\\_e1bfb831ab506982de342d0b73fb4af5.pdf](https://www.congresso2019.fomerco.com.br/resources/anais/9/fomerco2019/1570034253_ARQUIVO_e1bfb831ab506982de342d0b73fb4af5.pdf)

MARX, Karl. **O capital (livro III, 2º tomo)**. São Paulo: Abril, 1983.

MIZUKAMI, Maria Graça Nicoletti. *Ensino: As abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à Educação do Futuro*. São Paulo: Editora Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu; TRIVELATO, Silvia L.F. **Reflexões sobre o ensino de Ecologia no Ensino Médio**. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G32.pdf> Acesso em: fevereiro de 2022.

PIASSI, Luís Paulo; GOMES, Emerson Ferreira; RAMOS João E. **Literatura e Cinema no Ensino de Física: Interfaces entre a Ciência e a Fantasia**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SANTOS, Akiko. *Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido*. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 37 jan./abr. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v13n37/07.pdf> Acessado em Março de 2015

SINGH Ram Lakhan; SINGH Pradeep Kumar. Global Environmental Problems. In: SINGH R. **Principles and Applications of Environmental Biotechnology for a Sustainable Future. Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future**. Singapore: Springer, 2017 [https://doi.org/10.1007/978-981-10-1866-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1866-4_2) .


UNESCO. Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura. Representação da UNESCO no Brasil. 2017. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/education-sustainable-development> Acesso em: fevereiro de 2022.

## **POTENCIAL DIDÁTICO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE**

**Yoshiaki Nogueira Miyazaki, Maxwell Luiz da Ponte**

**Resumo:** O ensino de ecologia na educação básica é considerado fundamental para o entendimento do conceito real de sustentabilidade ao proporcionar a compreensão do ser humano como parte de uma complexa rede de interações, no meio onde vivem, em que operam processos e fluxos de energia e matéria. Recentemente, tem emergido com destacada importância o ensino de Ecologia com enfoque na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e existem estudos que apontam as potencialidades do sistema de aquaponia como recurso didático, na perspectiva desse enfoque. Aquaponia consiste na produção integrada de organismos aquáticos e plantas (Aquicultura + Hidroponia), em um circuito fechado de recirculação de água, utilizando de ciclos biológicos para sua autossustentação. Este trabalho visa apresentar reflexões de experiência na formação inicial docente, a partir da realização de estágio curricular supervisionado. O desenvolvimento do estágio seguiu um modelo metodológico que associa preceitos da investigação-ação e de Investigação e Desenvolvimento (I&D) possibilitou a construção de um sistema de aquaponia e sua avaliação como potencial modelo pedagógico para aulas de ensino básico. Ademais, foi elaborado um material didático, apresentado nesse trabalho, que possibilita a replicação do uso de sistemas de aquaponia em ambientes escolares.

**Palavras-chave:** Formação de Professores. Ensino de Ciências; Aquaponia; Material didático.

Y. N. Miyazaki (  ). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus São José do Rio Preto, SP, Brasil.  
e-mail: yoshi.nogueira@live.com.

M. L. Ponte (  ). Universidade Estadual de Campinas – Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra. Campinas, SP, Brasil.

© *Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas. São José do Rio Preto, SP: Reconecta Soluções, 2022.*

## INTRODUÇÃO

O Estágio Supervisionado permite que o estudante de licenciatura, docente em formação, experiencie o exercício da docência no âmbito de espaços escolares, o que é fundamental para a compreensão dos desafios e das habilidades necessárias para ser professor (PIMENTA; LIMA, 2018). Nesse contexto, o presente trabalho é parte do projeto que englobou as atividades da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado IV, do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. No âmbito do estágio, buscou-se reunir conceitos teóricos e práticas pedagógicas decorrentes do conhecimento adquirido, oriundo das disciplinas cursadas na graduação, para experienciar a possibilidade do uso de um sistema de aquaponia como recurso pedagógico para o ensino de Ecologia na educação básica.

No Brasil, o potencial pedagógico dos sistemas de aquaponia ainda é subaproveitado pela baixa adesão na prática docente (SOUZA *et al.*, 2019; MARTINS, 2019). As duas principais dificuldades relatadas por professores que experienciaram a aquaponia como recurso didático são a carência de conhecimentos técnicos para lidar com o sistema e a restrição de apoio e infraestrutura escolar (HART; WEBB; DANYLCHUK, 2013; HART *et al.*, 2014).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar uma experiência formativa, vivenciada no âmbito de um estágio supervisionado em docência, que envolveu a construção e avaliação do uso de um sistema de criação de peixes integrado com cultivo de plantas (aquaponia) como modelo pedagógico para aulas de Ciências e Biologia, com ênfase em Ecologia, no ensino básico.

## REFERENCIAL TEÓRICO

No desenvolvimento do estágio curricular, adotou-se como norteadores os preceitos de três referenciais teóricos: 1. o estágio curricular como contexto de pesquisa; 2. O ensino de ecologia na educação básica; 3. A aquaponia e seus potenciais didáticos. A seguir, apresenta-se cada um deles.

### **O estágio curricular como contexto de pesquisa na formação docente**

O estágio é um componente obrigatório dos currículos dos cursos de licenciatura e conforme estabelece o art. 61 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Básica, considera-se que os estágios como um dos fundamentos da formação dos profissionais da educação, possibilitando associação entre teorias e práticas:

Art. 61 – [...] Parágrafo único. A formação dos profissionais da educação, de modo a atender às especificidades do exercício de suas atividades, bem como aos objetivos das diferentes etapas e modalidades da educação básica, terá como fundamentos: [...] II – a associação entre teorias e práticas, mediante estágios supervisionados e capacitação em serviço;

A Resolução CNE/CP N° 2, de 20 de dezembro de 2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores estabelece que os cursos de licenciatura devem ter carga horária de 400 horas para o estágio supervisionado, em situação real de trabalho em escola (BRASIL, 2019).

O Estágio permite a integração da teoria e da prática e é o momento de concretude da profissão (ANDRADE, 2005), além de aproximar os licenciandos de realidades

escolares e permitir associação de teorias e práticas na formação docente, possibilitando a pesquisa em ensino e a formação de professores pesquisadores, que elaboram e desenvolvem projetos, investigam e interferem nas comunidades em que estão inseridos, refletindo e agindo na/sobre a prática docente (PIMENTA; LIMA, 2018). Considerando este referencial teórico, em específico, adotou-se a metodologia da Investigação-ação, como será detalhado na seção “Metodologia”.

### **Ensino de Ecologia na educação básica**

O termo “Ecologia” foi adotado como uma Ciência desde o fim do século 19, mas, apesar das dezenas de anos de pesquisas, dos milhares de ecólogos profissionais, e do imenso volume de conhecimento produzido, a ecologia ainda é considerada uma ciência moderna, ativa, que continua a produzir novos e fascinantes conhecimentos sobre o meio ambiente e nosso impacto sobre ele (RICKLEFS; RELYEA, 2016).

A Ecologia estuda as interações entre organismos de diversas espécies e desses com os fatores abióticos que constituem os mais diversos ambientes da Terra (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011; CRUZ, 2015). Em especial, conceitos ecológicos possibilitam apreender como tais interações determinam a sobrevivência e a reprodução de diferentes espécies, assim como os locais e a abundância com que ocorrem (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011).

Além disso, o ensino de ecologia na educação básica tem sido considerado fundamental para o entendimento do conceito real de sustentabilidade (STONE; BARLOW, 2006; RIBEIRO; CAVASSAN, 2012; FONSECA; CALDEIRA, 2008), ao proporcionar a compreensão do ser humano como parte de uma complexa rede de interações, no meio onde vivem, em que operam processos e fluxos de energia e matéria (STONE; BARLOW, 2006; BARROS; ARAUJO, 2017).

Na educação básica do Brasil, o ensino de Ecologia está compreendido na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, documento que orienta a formulação de currículos, materiais educacionais e as práticas pedagógicas (BRASIL, 2018). Assim, em diversas etapas, incluindo o ensino fundamental e médio, conceitos da Ecologia podem ser identificados nos objetos de conhecimento e habilidades: Cadeias Alimentares (habilidade EF04CI04 da BNCC), Níveis de organização da vida (habilidade EF06CI06 da BNCC), Ecossistemas brasileiros (habilidade EF07CI07 da BNCC), Problemas ambientais, consumo consciente e sustentabilidade bem-sucedidas (habilidade EF09CI13 da BNCC), Fluxo de Matéria e energia nos Ciclos Biogeoquímicos (habilidade EM13CNT104 da BNCC).

Reitera-se que o ensino de Ecologia possibilita práticas interdisciplinares, articulando-se com componentes curriculares de outras disciplinas, conforme evidenciado por Lopes e Rosso (2020). Os autores destacam que ao abordar Ecologia de populações, por exemplo, é possível que sejam estabelecidas relações com o componente curricular da disciplina de Matemática, desenvolvendo a habilidade EM13MAT510, e com o professor da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, por meio da análise de gráficos populacionais, pirâmides etárias e eventos históricos que impactaram o crescimento populacional humano e os efeitos da ação antrópica no ambiente natural, desenvolvendo por conseguinte as habilidades EM13CHS103, EM13CHS106 e EM13CHS206 (LOPES; ROSSO, 2020).

## **Aquaponia como recurso: da produção ao ensino**

A aquaponia consiste em uma técnica integrada resultante da unificação de duas práticas agrícolas: a produção de organismos aquáticos (aquicultura) e a produção de organismos vegetais em substrato aquoso (hidroponia) (SOUZA *et al.*, 2019), destacando-se pelo “baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado, sendo a alternativa de produção de peixes e vegetais menos impactante ao meio ambiente” (SÁTIRO; RAMOS-NETO; DELPRETE, 2018).

O equilíbrio entre a união das duas práticas agrícolas, que forma a aquaponia, está no fluxo de recirculação da água, que possibilita o bombeamento dos compostos orgânicos presentes no tanque dos peixes às camas de cultivos com as plantas, onde bactérias nitrificantes desempenham o ciclo de azoto (DIVER, 2006), quebrando moléculas de amônia em nitrito e nitrato, possibilitando a absorção pelas plantas, que por sua vez, realizam a filtragem biológica da água que esorre de volta aos peixes (DIVER, 2006).

Assim, além de possibilitar uma fácil visualização dos ciclos biogeoquímicos, pela criação de um ecossistema “portátil”, a aquaponia é vista como uma tecnologia na produção de alimentos que contribui para discussão de assuntos como sustentabilidade social, ambiental e econômica (DUARTE *et al.*, 2015; KÖNIG *et al.*, 2016). Dentre outras possibilidades, estudos recentes vêm apontando as potencialidades do sistema de aquaponia como recurso didático, que possibilita a inovação no ensino de conceitos de ecologia na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA (ANDRADE; SOUZA, 2019; GENELLO *et al.*, 2015; SCAGLIONE *et al.*, 2019; SCHNELLER *et al.*, 2015).

O enfoque CTSA visa integrar as condições naturais a atividades econômicas de desenvolvimento, demandas sociais e urgências ambientais do território onde ocorrem as atividades educativas (BONITO *et al.*, 2017; CACHAPUZ *et al.*, 2011; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2015). O mundo e a humanidade experimentam mudanças em uma escala espaço temporal e de complexidade únicas, de modo que a educação demanda estratégias e recursos que se integrem nesse contexto mundial (SCAGLIONE *et al.*, 2019). A abordagem CTSA no ensino de Ecologia contribui para despertar atenção do aluno para as relações ecológicas estabelecidas nos lugares de vivência deles, onde estudam, moram, brincam e trabalham (ROSA; LANDIM, 2018).

Ademais, o estudo dos componentes de Ciências, no Ensino Fundamental, e Biologia, no Ensino Médio, que integram o Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019; 2020), que consta em Miyazaki e Ponte (2022), possibilitou identificar que a aquaponia proporciona: o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e habilidades pertinentes à alfabetização e investigação científica; a integração de “Procedimentos de investigação em Ciência” estipulados pelo referido currículo; e ainda, poderá ser utilizada no contexto de itinerários formativos em Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.

## **METODOLOGIA**

O modelo metodológico adotado para desenvolvimento do projeto de Estágio Supervisionado em Docência associa preceitos da investigação-ação e de Investigação e Desenvolvimento (I&D).

## Modelo da Investigação-ação

O termo “investigação-ação” se refere a uma ampla gama de estratégias que visam melhorias no âmbito educacional e social, existindo diversas definições para a metodologia, que “*tienen en común la identificación de estrategias de acción que son implementadas y más tarde sometidas a observación, reflexión y cambio*”<sup>1</sup> (LATORRE, 2003, p. 23-24).

O modelo metodológico assumido foi o proposto por Jhon Elliot, que compreende a investigação-ação como:

*El estudio de una situación social para tratar de mejorar la calidad de la acción en la misma. Su objetivo consiste en proporcionar elementos que sirvan para facilitar el juicio práctico em situaciones concretas y la validez de las teorías e hipótesis que genera no depende tanto de pruebas “científicas” de verdate, sino de su utilidad para ayudar las personas a actuar de modo más inteligente y acertado* (ELLIOT, 2005, p. 88).

Segundo Elliot (2010, 24-25) são características da investigação-ação realizada nas escolas:

- As ações humanas e situações sociais experimentadas por professores, que são analisadas de modo que a metodologia se relaciona com os problemas práticos e cotidianos em detrimento de problemas teóricos;
- As experiências iniciais, a partir das quais a investigação busca aprofundar a compreensão do problema para elaboração de um diagnóstico;
- O compromisso com o estudo teórico, que possibilite uma compreensão mais profunda do problema em questão, como precursor/fundamentador das ações práticas visando intervir na situação que se pretende mudar;
- A elucidação do problema que possibilita a elaboração de um “guia” sobre a situação em questão e a relaciona ao contexto de variáveis mutuamente interdependentes;
- A interpretação que considera o ponto de vista de todos os envolvidos na situação problema, por exemplo: professores e alunos, professor e diretor. Dessa maneira, respeita a condição humana dos envolvidos, os sentidos e as particularidades expressas em cada situação analisada;
- O diálogo entre o investigador e os participantes, que é considerado na investigação, devendo haver um fluxo livre de informações entre eles;
- A necessidade de que os participantes sejam parceiros ativos, promovendo autorreflexão.

Destaca-se ainda que, com o desenvolvimento das atividades e o contato com as comunidades escolares, de algum modo o pesquisador passa a fazer parte da vida da população onde se desenvolve o trabalho. Assim, configurando-se uma “observação participante” nas aulas, HTPC, planejamento escolar, momentos de convivência na sala dos professores. Por meio dessa técnica tem-se “a possibilidade entender profundamente

---

<sup>1</sup> “Têm em comum a identificação de estratégias de ação que são implementadas e posteriormente submetidas à observação, reflexão e mudança.”

o estilo de vida de uma população e de adquirir um conhecimento integrado da sua cultura [...]” (CARMO; FERREIRA, 2008, p. 122).

Não obstante os entraves surgidos em decorrência da pandemia de COVID-19, que resultou na suspensão de atividades presenciais e na adoção de métodos de ensino remoto, o estudo cuidou por pautar-se nesses referenciais, zelando para que a metodologia cumprisse seu papel na execução do trabalho investigativo.

### **Coleta, registro e interpretação dos dados da pesquisa**

Também assessorando a investigação-ação, o estudo envolveu constituintes metodológicos tradicionais de registro e avaliação. Conforme instruíram Carmo e Ferreira (2008), fez-se uso de bloco-notas e diário de pesquisa. O bloco-notas foi uma importante ferramenta para o registro de primeiras impressões, em especial nas experiências presenciais (pré-pandemia), sendo constituído de breves notas e tópicos fundamentais, assim como informações importantes que não poderiam ser esquecidas como nomes, endereços e indicações.

O diário de pesquisa foi utilizado a partir do início das atividades práticas, constituindo registro narrativo, permanente e mais detalhado dos acontecimentos, incluindo as sensações e percepções, conforme sugerido por Elliot (2005). Optou-se por realizar os registros em suporte informático, devido a possibilidade de inserção de anexos como fotografias, mapas, gráficos e tabelas, que complementam o registro. Neste sentido, os autores Carmo e Ferreira (2008, p. 198) indicam que:

A descrição deve ser rigorosa e resultar diretamente dos dados recolhidos. Os dados incluem transcrições de entrevistas, registros de observações, documentos escritos (pessoais e oficiais), fotografias e gravações de vídeo. Os investigadores analisam as notas tomadas em trabalho de campo, os dados recolhidos, respeitando, tanto quanto possível, a forma segundo a qual foram registrados ou transcritos.

### **Investigação e desenvolvimento**

A metodologia do Estágio desenvolvido integra ações de investigação e desenvolvimento (GAY apud CARMO; FERREIRA, 2008). Segundo Gay apud Carmo e Ferreira (2008, p. 228), uma I & D visa “desenvolver produtos para serem utilizados com determinados fins e de acordo com especificações pormenorizadas”. A associação de uma investigação e desenvolvimento (I & D) ao estudo decorre do propósito de desenvolvimento de recursos e estratégias que integrem o sistema de aquaponia e conceitos da Ecologia.

## **DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS**

Devido às características práticas e abordagem alternativa de ensino do projeto, instituiu-se uma disciplina eletiva, denominada “AQUA.ECO - Aquaponia para o ensino de ecologia”, que foi oferecida aos estudantes do 2º ano do ensino médio. Foi desenvolvido um plano de ensino para a disciplina e um programa de aulas (Apêndice 1), utilizados para fundamentar, conduzir e organizar os temas que seriam abordados na eletiva.

Como o projeto inicial vislumbrava a participação da sociedade do município de Icó/SP, onde se deu a execução do projeto, na forma de resgatar as informações sobre

a história natural, essencialmente, da fauna íctica da bacia hidrográfica da qual o município se localiza, as aulas foram pensadas e distribuídas para que os estudantes tivessem embasamento teórico o suficiente para se apropriarem de assuntos relacionados com: a hidrografia da região, os principais rios que banham o município de Icém/SP, a ictiofauna nativa e a problemática de introdução de espécies não nativas, o barramento de corpos hídricos por hidrelétricas e etc. No cronograma havia também aulas destinadas à construção do sistema de aquaponia e a utilização do mesmo em práticas de ensino ligadas à temática de ecologia, o qual era o grande foco do projeto.

Foi possível iniciar o projeto descrito acima e estabelecer um vínculo mínimo com os estudantes e toda equipe docente da E. E. João Ribeiro da Silveira, porém após as 3 primeiras aulas se iniciou o isolamento social no Brasil devido a pandemia de Covid-19 e as aulas, de forma geral, foram suspensas. Com isso, houve a necessidade de adequar o projeto para tentar concluí-lo mesmo com a situação sanitária do país ficando cada vez mais caótica. No primeiro momento não se cogitava a hipótese de realizar as atividades na forma remota, entretanto logo toda a comunidade escolar entendeu que o ensino remoto seria única forma possível de ensino na situação atípica que todos presenciavam. Todavia, embora o ensino remoto possibilite a atividade docente virtual, ele exige o domínio de ferramentas e a posse de equipamentos, tanto por parte dos estudantes quanto dos professores e essa foi, e continua sendo, uma das maiores problemáticas envolvendo o ensino remoto “forçado” pela pandemia de Covid-19 no Brasil, principalmente em instituições públicas de ensino básico, exacerbando a enorme desigualdade social existente no nosso país e como ela intensificou a privação de estudantes de escolas públicas ao acesso à educação neste período.

O desenvolvimento de estágios curriculares e projetos de pesquisa e extensão mediante a parceria de universidades e escolas públicas têm muitas vezes resultado em iniciativas estanques, que não têm continuidade, pela comunidade escolar, após o término do projeto. Nesse sentido, procedeu-se ao desenvolvimento de um livro digital (*e-book*) que visa fomentar o uso do sistema aquapônico pelas comunidades escolares do município de Icém, onde o projeto foi desenvolvido. O livro (MIYAZAKI; PONTE, 2022) é composto por três seções principais:

1. Fundamento de Ecologia: essa seção visa o embasamento/referencial teórico para que os docentes possam preparar as atividades didáticas;
2. Desenvolvimento de sistema aquapônico: essa seção trata dos materiais e metodologia necessários ao desenvolvimento e à manutenção do sistema, visando orientar e subsidiar a replicação do sistema por comunidades escolares;
3. Potencialidades didáticas: essa seção apresenta as possibilidades de uso do sistema aquapônico em práticas pedagógicas que tenham relação com componentes do Currículo Paulista: tópicos, habilidades, itinerários formativos. Reitera-se que o Currículo Paulista foi elaborado à luz das diretrizes Base Nacional Comum Curricular, bem como todos os atuais currículos escolares estaduais vigentes. Portanto, essas potencialidades didáticas também têm direta relação com outros currículos estaduais.

Além disso, por se tratar de um recurso digital, o alcance é potencializado, e docentes de todo o Brasil poderão ter acesso ao livro, fomentando, assim, a multiplicação da iniciativa de uso didático de sistemas aquapônicos no ensino de Ecologia.



Finalmente, destaca-se que os livros digitais possuem baixo custo de produção em relação aos livros impressos, além do potencial para agregar recursos multimídia em relação os tradicionais impressos, incluindo áudios, vídeos, imagens e animações, links para websites, exercícios interativos, dentre outros (BRUSI; CALONGE; SOUZA, 2016).

### **Avaliação da experiência docente**

Embora o projeto inicial tenha sofrido inúmeras adequações e a sua execução final não tenha ocorrido dentro do ambiente escolar com a presença e participação efetiva dos estudantes, foi possível concluir os objetivos traçados, podendo vislumbrar a efetiva construção de um sistema de aquaponia utilizando materiais acessíveis e investigando sua potencialidade didática promissora.

Também foi possível consolidar experiência de caso, principalmente relacionada às dificuldades que as instituições públicas de ensino básico sofrem no Brasil. Durante a execução do projeto foi possível presenciar uma situação completamente atípica para o mundo inteiro, além de todo caos sanitário, de saúde pública e humanitário vivenciado pela pandemia de covid-19, a educação em si, teve de se adaptar de forma forçada e súbita, fazendo com que as desigualdades sociais ficassem mais escancaradas.

Instituições privadas de ensino puderam gozar de uma melhor infraestrutura, preparo dos docentes, suporte aos estudantes e participação efetiva devido a posse de equipamentos eletrônicos e domínio das ferramentas, em contraste com as instituições públicas de ensino que, em sua maioria, enfrentaram a evasão escolar de forma intensificada devido a vulnerabilidade social dos estudantes, não posse de equipamentos e falta de domínio das ferramentas, ficando à deriva em relação às aulas e o conteúdo programático escolar.

Ademais, o estágio curricular supervisionado, juntamente com as disciplinas constituintes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, contribuiu imensamente na formação profissional e pessoal do docente, levando ao pensamento crítico sobre temáticas relacionadas a educação no nosso país, assunto de relevância extrema nos dias atuais, e fundamentando muitas das ideias instauradas durante a graduação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sistema aquapônico possui um mecanismo e funcionamento geral que apresenta inúmeras vantagens, como por exemplo: ser um ciclo fechado de recirculação de água, não gerando resíduos e nem desperdício de água. Além disso, apresenta um potencial pedagógico promissor, possível de ser utilizado como prática de ensino, integrando temáticas e conhecimentos de Ciências, Biologia, Física, Química e Matemática. Porém é ainda pouco explorado.

Existe uma carência substancial de materiais didáticos e capacitação docente relacionados a práticas e metodologias alternativas de ensino, essencialmente em escolas públicas, acarretando aulas apenas expositivas que geram, cada vez mais, desinteresse nas novas gerações de estudantes. Nesse contexto, destacam-se as contribuições desse estudo para a replicação e uso de um sistema aquapônico na educação básica, conforme o plano de ensino apresentado. Além disso, subsídios à prática docente poderão advir do uso do *e-book* intitulado “Aquaponia como instrumento de ensino”, apresentado nesse trabalho, que apresenta conceitos fundamentais em Ecologia, visando contribuir no preparo de aulas e atividades; os materiais e método de montagem e manutenção do sistema aquapônico; além de descrever as relações com componentes do currículo escolar.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. O estágio supervisionado e a práxis docente. In: SILVA, M. L. S. F. (Org.). **Estágio curricular: contribuições para o redimensionamento de sua prática**. Natal, RN: EDUFRRN – Editora da UFRN, 2005.

ANDRADE, R. C.; SOUZA, C. R. Uma metodologia de ensino de química e biologia: a biotecnologia e o sistema de aquaponia. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 14, n. 8, p. 57-71, 2019.

BONITO, J.; MORGADO, M.; REBELO, D.; MARQUES, L.; ANDRADE, A. S. Proposta didáticas CTSA presentes no manual do aluno de Geologia em Timor-Leste. In: MEMBIELA, P.; CASADO, N.; CEBREIROS, M. I.; VIDAL, M. (orgs.). **La práctica docente en la enseñanza de las ciencias**, Ourense, Espanha: Educación Editora, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME. 2018.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2/2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de abril de 2020, Seção 1, pp. 46-49.

BRUSI, D.; CALONGE, A.; SOUZA, E. Textbooks: a tool to support Geosciences Learning. In: VASCONCELOS, C. (org.). **Geosciences Education: indoor e outdoor**. Suíça: Springer International Publishing, 2016.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3 ed., São Paulo: Cortez, 2011.

CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. 1ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologias da Investigação: guia para auto-aprendizagem**. Lisboa: Universidade Aberta, 2ª. Ed., 2008.

CRUZ, D.D. **Ecologia**. 1ª Ed. João Pessoa: Editora da UFPB, 2015.

DIVER, S. **Aquaponics** - Integration of hydroponics with aquaculture. ATTRANational Sustainable Agriculture Information. 28p. 2006.

DUARTE, A. J.; MALHEIRO, B.; RIBEIRA, C.; SILVA, M. F.; FERREIRA, P.; GUEDES, P. Developing an aquaponics system to learn sustainability and social compromise skills. **Journal of Technology and Science Education**, v. 5, n. 4, p 235-253, 2015.

ELLIOTT, J. **El cambio educativo desde la investigación-acción**. Madrid: Ediciones Morata. 4ª. ed., 2005.

ELLIOTT, J. **La Investigación-acción em educación**. Madrid: Ediciones Morata. 6ª. ed. 2010.

FONSECA, G.; CALDEIRA, A. M. A. Uma reflexão sobre o ensino aprendizagem de ecologia em aulas práticas e a construção de sociedades sustentáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3. 2008.

GENELLO, L.; FRY, J. P.; FREDERICK, J. A.; LI, X.; LOVE, D. C. Fish in the classroom: a survey of the use of aquaponics in education. **European Journal of Health & Biology Education**, v. 4, n. 2, p. 9-20, 2015.

HART, E. R.; WEBB, J. B.; DANYLCHUCK, A. HJ. Implementation of aquaponics in education: An assessment of challenges and solutions. **Science Education International**, v. 24, n. 4, p. 460-480, 2013.

HART, E. R.; WEBB, J. B.; HOLLINGSWORTH, C.; DANYLCHUK, A. J. Managing expectations for aquaponics in the classroom: enhancing academic learning and teaching an appreciation for aquatic resources. **Fisheries**, v. 39, n. 11, p. 525-530, 2014.

LATORRE, A. **La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa**. Barcelona: Editora Graó. 3ª. ed. 2005.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza - Evolução e universo: manual do professor**. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2020.

MARTINS, P. Aquaponia em Educação Ambiental – percepções de alunos e professores. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** v. 36, n. 3, p. 356-369. 2019.

MIYAZAKI, Y. N.; PONTE, M. L. **Aquaponia como instrumento de ensino**. São José do Rio Preto, SP: Reconecta Soluções Educacionais, 2022. *E-book*.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. São Paulo: Cortez, 2018.

RIBEIRO, J. A. G.; CAVASSAN, O. Um olhar epistemológico sobre o vocábulo ambiente: algumas contribuições para pensarmos a ecologia e a educação ambiental. **Filosofia e História da Biologia**, v. 7, n. 2, p. 241-261, 2012.

RICKLEFS, R.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

ROSA, I. S. C.; LANDIM, M. F. O enfoque CTSA no ensino de ecologia: concepções e práticas de professores do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 263-289, 2018.

SÃO PAULO (ESTADO). **Currículo Paulista**. São Paulo: SEESP/UNDIME. 2019. 525p.

SÃO PAULO (ESTADO). **Currículo Paulista: Etapa Ensino Médio**. São Paulo: SEESP/UNDIME. 2020

SATIRO, T. N.; RAMOS-NETO, K. X. C.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: sistema que integra a produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Eng. Pesca**, v. 11, n. 1, p. 38-54, 2018.

SCAGLIONE, M. C.; CADOCH, L.; CERUTTI, R. D.; GARCÍA, M. J.; BOSCAROL, B. M. La acuaponia como estratégia didáctica para la integración de conceptos. **El cardo**, v. 21, n. 15, p. 53-73, 2019.

SCHNELLER, A. J.; SCHOFIELD, C. A.; FRANK, J.; HOLLISTER, E.; MAMUSZKA, L. A Case Study of Indoor Garden-Based Learning With Hydroponics and Aquaponics: Evaluating Pro-Environmental Knowledge, Perception, and Behavior Change. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 14, n. 4, p. 256-265, 2015.

SOUZA, R. T. Y. B.; SOUZA, L. O.; OLIVEIRA, S. R.; TAKAHASHI, E. L. H. Formação continuada de professores de ciências utilizando a Aquaponia como ferramenta didática. **Ciência & educação (Bauru)**, v. 25, n. 2, p. 395-410, 2019.

STONE, M. K.; BARLOW, Z (orgs.). **Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável**. São Paulo: Cultrix. p. 125- 136. 2006.

VILCHES, A.; GIL-PEREZ, D. Ciencia de la Sostenibilidad: una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 16, n. 1, p. 39-60, 2015.


Capítulo 4

## **O PAPEL DA EDUCAÇÃO NA CONSECUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: A EXPERIÊNCIA DA KUWUKA JDA EM MOÇAMBIQUE**

**Ângelo Correia Nhancale**

**Resumo:** O presente texto, de modo geral, tem como objetivo reflectir em torno do contributo que a educação pode dar para o alcance da sustentabilidade ambiental. Atendendo que uma das funções da educação em geral é socializar os indivíduos para fazer face aos diferentes problemas e desafios que a vida em comunidade apresenta, de modo particular, ela revela-se pertinente como um dos elementos aglutinadores dos indivíduos na busca de uma melhor qualidade de vida, a partir do bom cuidado para com o meio ambiente e uso sustentável dos seus recursos. Para melhor consecução do texto, foram traçados os seguintes objetivos específicos: definir os conceitos-chave que norteiam o tema; contextualizar o debate sobre a educação para desenvolvimento sustentável; discutir a relação entre a educação e a sustentabilidade ambiental; apresentar o contributo e a experiência da KUWUKA JDA, uma organização ambientalista da sociedade civil moçambicana, na educação para a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Educação. Desenvolvimento sustentável. Meio ambiente. Educação ambiental.

A. C. Nhancale (  ). Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Moçambique.  
e-mail: acnhancale@gmail.com.

© *Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas. São José do Rio Preto, SP: Reconecta Soluções, 2022.*

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ambiental tornou-se um tema recorrente nos últimos tempos, apresentando-se como um grito de socorro face a crescente ação degradativa do meio ambiente pela mão do ser humano. Assim, urge refletir em torno de mecanismos que levem a um desenvolvimento que permita a continuidade da existência das atuais formas de vida, garantindo que as gerações futuras possam usufruir dos recursos atualmente disponíveis. Neste sentido, é preciso consciencializar os indivíduos no sentido de compreender que não há desenvolvimento saudável enquanto o meio ambiente continuar a ser degradado. Esta consciência é possível com a ajuda da educação.

A Agenda 21 destaca, no seu capítulo 36, a “promoção da educação, consciencialização pública e formação” (ONU, 1992, p. 301), a importância do papel da educação para o alcance de um modelo de desenvolvimento que leve em conta as pressões sobre o meio ambiente. É nesta perspectiva que presente texto objectiva reflectir em torno do contributo que a educação pode dar para o alcance da sustentabilidade ambiental. Atendendo que uma das funções da educação em geral é socializar os indivíduos para fazer face aos diferentes problemas e desafios que a vida em comunidade apresenta, de modo particular, ela revela-se pertinente como um dos elementos aglutinadores dos indivíduos na busca de uma melhor qualidade de vida, a partir do bom cuidado para com o meio ambiente e uso sustentável dos seus recursos.

A escolha do tema deve-se ao facto de se constatar que não se pode falar do desenvolvimento sustentável, na sua dimensão ambiental, sem incluir a componente educação, particularmente a educação ambiental. Se tivermos em conta que é pela educação que se exerce uma influência comportamental sobre os os indivíduos, é necessário que estes sejam (in)formados e educados em matérias que lhes possibilitem compreender os caminhos que a humanidade procura seguir para novas formas de estar e ser. É preciso que os homens conheçam e compreendam o que é o desenvolvimento sustentável e o que fazer para a sua consecução. Para tal é imprescindível a educação.

Pelas razões acima expostas, é pertinente que se discuta cientificamente a problemática da educação como instrumento para o alcance dos objectivos do desenvolvimento sustentável na sua dimensão ambiental. Socialmente, o tema é relevante, na medida em que pode ajudar a ultrapassar algumas barreiras que impedem a melhoria de condições de vida de uma grande parte da população mundial. O conhecimento das matérias sobre a sustentabilidade ambiental é um passo em frente para uma melhor qualidade de vida.

Para a concretização deste texto, a metodologia usada é bibliográfica que consistirá no cruzamento de alguma literatura que versa sobre educação, desenvolvimento sustentável e meio ambiente, aliando à narrativa da experiência da KUWUKA JDA. A KUWUKA JDA (Juventude Desenvolvimento e Advocacia Ambiental) é uma organização da sociedade civil moçambicana que visa contribuir para o desenvolvimento comunitário sustentável e integrado, promover diálogo, consciencializar, formar a comunidade e grupos de interesse para sua ativa participação na busca de soluções face aos desafios do presente e do futuro, contribuindo para o bem-estar social, económico e ambiental. Esta organização tem a sua sede na Cidade de Maputo, porém a sua intervenção é de âmbito nacional (atua em diferentes províncias do país, com maior destaque para Maputo, Inhambane, Tete, Nampula e Cabo Delgado).

Para além desta introdução, o presente texto é composto por um breve quadro conceptual, contextualização do debate sobre a educação para desenvolvimento sustentável, relação entre a educação e a sustentabilidade ambiental, o contributo e a

experiência da KUWUKA JDA na educação para a sustentabilidade ambiental e considerações finais.

## QUADRO CONCEPTUAL

Neste tópico, descreve-se e discute-se os conceitos-chave que norteiam o texto, buscando cruzar a diversidade conceptual dos mesmos.

*Educação*: em sentido amplo, representa tudo aquilo que pode ser feito para desenvolver o ser humano e, no sentido estrito, representa a instrução e o desenvolvimento de competências e habilidades. Para melhor dissertarmos sobre o conceito educação, partiremos do seu significado etimológico e de seguida faremos uma breve descrição histórica, no sentido de apresentar as várias perspectivas de visão ao longo do tempo. Etimologicamente, segundo Martins (2005, p. 3):

Educação é a forma nominalizada do verbo educar. Aproveitando a contribuição de Romanelli (1960), diremos que educação veio do verbo latim *educare*. Nele, temos o pré-verbo *e-* e o verbo – *ducare, dúcere*. No itálico, donde proveio o latim, *dúcere* se prende à raiz indo-europeia DUK-, grau zero da raiz DEUK-, cuja aceção primitiva era levar, conduzir, guiar. *Educare*, no latim, era um verbo que tinha o sentido de ‘criar’ (uma criança), nutrir, fazer crescer. Etimologicamente, poderíamos afirmar que educação, do verbo educar, significa ‘trazer à luz a ideia’ ou filosoficamente fazer a criança passar da potência ao ato, da virtualidade à realidade.

Segundo Rodrigues de Brito e Guedes de Lima (2017, p. 201), o filósofo Kant defende que a educação é um processo decisório, já que depende muito da motivação e deliberação, e que esta necessita cada vez mais de fundamentação em sua formulação. Neste sentido, o ser humano, enquanto um ser aberto à autonomia é tomado como o único ser que pode ser educado, de maneira que, através da educação, venha a adquirir as reais possibilidades de sair da minoridade para a maioridade.

A educação, para Brandão (2005), é uma prática social da qual cujo fim é o desenvolvimento do que na pessoa humana pode ser aprendido entre os tipos de saber existentes numa cultura, para a formação de tipos de sujeitos, de acordo com as necessidades e exigências de sua sociedade. A educação é um dos meios de realização de mudança social, assim tendo como finalidade a de promover a transformação social e envolve o poder, a riqueza e a troca de símbolos presentes em cada sociedade.

De acordo com Morin (2003), a educação é a palavra forte, é a utilização de instrumentos e mecanismos necessários que permitem assegurar a formação e o desenvolvimento do humano, a formação da cabeça bem-feita: “Uma cabeça bem-feita é uma cabeça apta a organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril” (MORIN, 2003, p. 23).

Neste texto, a modalidade de educação em uso é a não formal, ancorada no seguinte conceito: um processo de transformação, de desenvolvimento e de amadurecimento da vida dos indivíduos em sociedade, desempenhando um papel fundamental na formação e na criação de uma cidadania responsável e comprometida pela vida e pela criação do saber.

Nesta linha de pensamento, a educação está situada como fundamento no processo de formação humana e desenvolvimento, assumindo um papel preponderante na construção de saberes, na orientação para o desenvolvimento humano e para novas formas de perceber, pensar e agir no mundo. O conceito adotado para este texto vincula-se à ideia de cabeça bem-feita de Edgar Morin, reforçado pelo conceito proposto por Reboul (1988), acima apresentados.

Como se pode constatar, independentemente da modalidade, a educação depende principalmente do ideal de homem a ser formado, por isso se caracteriza como sendo um processo de transformação das qualidades humanas e a especificidade de cada cultura. Nos tempos atuais, a educação pode ser conduzida por qualquer grupo de indivíduos que prossigam tal fim, como é o caso das organizações da sociedade civil, neste caso concreto, a KUWUKA JDA.

*Educação Ambiental*: entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA, LEI n.º 9.795, de 27 de Abril de 1999 *apud* BADR *et al*, 2017, p. 22).

Segundo Loureiro (2006) *apud* Lima *et al* (2018), é de fundamental importância que esse processo se concretize para formar cidadãos sustentáveis, orientados de modo a encarar os obstáculos contemporâneos a fim de garantir as gerações futuras boa qualidade de vida, o que, de alguma forma, requer a educação ambiental. Segundo Serra (1987), a educação ambiental é uma ferramenta que visa formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam. Todas as considerações acima arroladas nos remetem ao seguinte (EFFTING, 2007, p. 12):

a educação ambiental procura (1) ajudar a fazer e compreender claramente, a existência da interdependência econômica, social, política e ecológica, nas zonas urbanas e rurais; (2) proporcionar, a todas as pessoas, a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, as atitudes, o interesse ativo a as atitudes, necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente; (3) induzir novas formas de conduta nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade em seu conjunto, a respeito do meio ambiente.

Para este texto, o conceito de educação ambiental adotado é: um campo de conhecimento e de atividades pedagógicas, constituídos com o objetivo de compreender e oferecer respostas a um conjunto de problemas decorrentes das relações que envolvem a sociedade, a educação e o meio ambiente. É uma educação cujo campo é diverso, complexo e plural, caracterizado pela presença de diferentes atores e sectores sociais que, de forma direta ou indireta, influenciaram e ainda influenciam seus caminhos.

*Meio Ambiente*: segundo a ONU (1992), meio ambiente é o conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos e sociais que podem causar efeitos diretos ou indiretos sobre os seres vivos e as actividades humanas.

De acordo com Coelho (2004) *apud* Pereira e Curi (2012), o ambiente ou meio ambiente é social e historicamente construído. Sua construção se faz no processo da interação contínua entre sociedade em movimento e um espaço físico particular que se modifica permanentemente. O ambiente é passivo e ativo.

A concepção de meio ambiente adotada para esta teorização fundamenta-se em uma perspectiva histórico-cultural, na qual este deve ser entendido como resultado das relações de interação entre sociedade e natureza em determinados tempos e espaços concretos. Temos como âncora para esta concepção a definição apresentada por Coimbra (2002) *apud* Pereira e Curi (2012, p. 39):

O meio ambiente é um conjunto de elementos abióticos (físicos e químicos) e bióticos (flora e fauna), organizados em diferentes ecossistemas naturais e



sociais em que se insere o Homem, individual e socialmente, num processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno, dentro das leis da Natureza e de padrões de qualidade definidos.

Pereira e Curi (2012, p. 40) referem que o meio ambiente em constante transformação pode se alterar para melhor em termos de benefícios aos seres que nele vivem como pode piorar, provocando a destruição destes mesmos seres. Deste modo, o meio ambiente, como construção da mente e ação humana poderá servir de fator engrandecedor ou destruidor da própria humanidade que o manipula. Os dois sentidos dependem/dependerão, em parte, do grau de assunção da educação ambiental.

*Desenvolvimento Sustentável:* “é o desenvolvimento que dá resposta às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de poderem satisfazer as suas” (CMMAD, 1991, p. 46). Este conceito chama a atenção para a adoção de um modelo de desenvolvimento económico, sem a degradação e a exaustão dos recursos naturais e a equidade na distribuição de recursos.

Existem vários princípios de sustentabilidade. Entretanto, segundo Romeiro (2012, p. 65), para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente (ambientalmente) prudente (ou equilibrado). Neste texto, a dimensão em destaque é a ambiental. Cada dimensão apresenta especificidades como se descreve a seguir:

*A dimensão ambiental* do desenvolvimento sustentável requer o equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável;

*A dimensão social* requer o desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida;

*A dimensão económica* por sua vez, requer um sistema económico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os direitos humanos básicos.

## **EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CONTEXTO)**

A preocupação com a necessidade de se promover estratégias educativas voltadas à conservação do meio ambiente e, por extensão, melhorar as condições de vida no planeta, surge no final dos anos 1960 e início da década de 1970, quando tem início um forte movimento ambientalista nos Estados Unidos, provocando um novo posicionamento em grande parte da opinião pública. Este movimento revelou a necessidade de uma maior e contínua consciencialização acerca da finitude dos recursos naturais, da adoção do princípio da racionalidade na sua utilização e que a proteção ambiental e o crescimento económico não devem ser antagónicos (cf. TRISTÃO e TRISTÃO, 2016, p. 47).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu com o nome de ecodesenvolvimento nos anos 1970. Foi fruto do esforço para encontrar uma terceira via opcional àquelas que opunham, de um lado, desenvolvimentistas e, de outro, defensores do crescimento zero. Para estes últimos, chamados de “zeristas” ou (pejorativamente) “neomalthusianos”, os limites ambientais levariam a catástrofes se o crescimento económico não cessasse (ROMEIRO, 2012, p. 68). A primeira Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente realizada em Estocolmo em 1972 foi palco dessa polarização tendente a gerar impasses.

As primeiras reações da ONU após a Conferência de Estocolmo, com o apoio dos *ecodesenvolvimentistas*, foram no sentido não somente de defender a necessidade do

crescimento económico para os países pobres, como de considerar a própria pobreza como uma das causas fundamentais dos problemas ambientais desses países (ROMEIRO, 2012, p. 69). Foi assim que, anos mais tarde, surgiu o termo desenvolvimento sustentável.

O termo desenvolvimento sustentável surgiu em 1987, quando a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) o lançou, defendendo que as necessidades geradas no presente devem ser atendidas, tendo-se sempre em mente que as necessidades do futuro não podem deixar de ser atendidas também.

A publicação, em 1987, do relatório “Nosso Futuro Comum”, da Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, veio alertar as autoridades governamentais para a necessidade de adoção de políticas públicas com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas” (ONU, 1992, p. 2; ROMEIRO, 2012, p. 70).

Um momento de fortalecimento dessa ideia foi a ECO 92, realizada no Brasil, onde foi lançada a Declaração do Rio de Janeiro, que contém preceitos básicos para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Desde que o termo desenvolvimento sustentável surgiu, muitas discussões sobre o ambiente têm usado este conceito como ponto de partida. Um dos momentos de fortalecimento dessa ideia foi a Declaração da ECO 92, realizada no Rio de Janeiro, que contém preceitos básicos para se alcançar o desenvolvimento sustentável (LEFF, 2001, p. 20).

A Agenda 21 é outro documento originado da ECO 92 e determina as ações concernentes a diversos sectores para se pôr em prática as ideias de sustentabilidade (LEFF, 2001). A Agenda 21 é um plano ambicioso de ação global, que estabelece uma visão de longo prazo para equilibrar necessidades económicas e sociais com os recursos naturais do planeta. Em Setembro de 2015, os Chefes de Estados, de governo e altos representantes reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) para decidirem o futuro dos 193 Estados Membros da ONU, resumido na Agenda 2030, constituída por 17 objectivos de desenvolvimento sustentável.

Tanto a Agenda 21 quanto a Agenda 2030 reconhecem que a consecução do desenvolvimento sustentável só é possível mediante a consciencialização, capacitação e formação das população sobre o assunto. Para tal a educação torna-se imprescindível, seja ela formal ou não. É este o contexto que gera a relação entre a educação e o desenvolvimento sustentável. Um dos objetivos da Agenda 2030 é elucidativo quanto à importância da educação: “Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (objetivo 4).

O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, gerado no Fórum Internacional das Organizações Não Governamentais (ONG’s), evento paralelo à Rio 92, definiu princípios fundamentais da educação para sociedades sustentáveis, reiterando a necessidade de um pensamento crítico, da interdisciplinaridade, da multiplicidade e diversidade.

Segundo Pádua (2000) *apud* Lima *et al* (2018, pp. 199-200), com base na Carta de Belgrado (1975), a Educação Ambiental precisa desenvolver no cidadão uma percepção consciente sobre o ambiente como um todo, receoso sobre os problemas relacionados ao ambiente e que possua percepção, atuação, ânimo, motivação, comprometimento e habilidades para colaborar diretamente ou indiretamente buscando solucionar e prevenir os problemas presentes e futuros. Isto toma eficácia quando a formação da cidadania é colocada no conjunto das prioridades. Nesta perspectiva, a educação ambiental para o desenvolvimento sustentável é um instrumento a ser promovido e direcionado para se alcançar o objetivo maior que é a sustentabilidade ambiental.

Da perspectiva acima apresentada, pode-se ressaltar que a educação é importante na formação de cidadãos conscientes de suas decisões, com o poder e dever de contribuir para os desígnios da sociedade, uma vez que a cidadania está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento humano e suas relações sociais. Segundo Boff (2004), a cidadania é o processo histórico-social mediante o qual a massa humana consegue forjar condições de consciência, de organização e de elaboração de um projeto que lhe permite deixar de ser massa e passar a ser povo, com sujeitos históricos capazes de implementar o projeto elaborado. No caso concreto da nossa reflexão, esse projeto é a sustentabilidade ambiental, cuja consecução depende muito do papel que a educação desempenha na mudança do comportamento dos indivíduos em relação ao meio ambiente.

## **O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Como já se referiu no tópico do quadro conceptual, a educação é crucial para a consecução do desenvolvimento sustentável. No entanto, nem todos os tipos de educação apoiam o desenvolvimento sustentável. A educação que promove o crescimento económico por si só pode também levar a um aumento de padrões de consumo insustentáveis. A relação entre a educação desenvolvimento sustentável encontra-se plasmado no objetivo 4 da Agenda 2030, particularmente na meta 4.7., com a seguinte enunciação:

Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não-violência, cidadania global, e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.

A educação como um processo de transformação, de desenvolvimento e de amadurecimento da vida dos indivíduos em sociedade desempenha um papel fundamental na formação e na criação de uma cidadania responsável e comprometida pela vida e pela criação do saber. De acordo com Morin (2003), a educação é a palavra forte, é a utilização de instrumentos e mecanismos necessários que permitem assegurar a formação e o desenvolvimento do ser humano, a formação da cabeça bem-feita: “Uma cabeça bem-feita é uma cabeça apta a organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril” (MORIN, 2003, p. 23).

Assim, é importante assegurar que a cabeça bem-feita prime pelo desenvolvimento sustentável, olhando de modo particular para alguns objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), segundo o Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental (2017), plasmados na Agenda 2030 da ONU, nomeadamente:

Objectivo 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;

Objectivo 7: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos;

Objectivo 8: Promover o crescimento económico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;

Objectivo 9: Construir infra-estruturas resistentes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

Objectivo 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;

Objectivo 12: Assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis;

Objectivo 13: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;

Objectivo 14: Conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e dos recursos marinhos, para o desenvolvimento sustentável;

Objectivo 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra, e estancar a perda de biodiversidade;

Objectivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;

Objectivo 17: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

A educação para o desenvolvimento sustentável (EDS) deve ser entendida como parte integrante da educação de qualidade, inerente ao conceito de aprendizagem ao longo da vida: todas as instituições de educação – desde a educação pré-escolar até a educação superior e a educação não formal e informal – podem e devem considerar como sua responsabilidade trabalhar intensamente com questões de desenvolvimento sustentável e promover o desenvolvimento de competências de sustentabilidade. A EDS oferece uma educação que importa e que é verdadeiramente relevante para todos os educandos, à luz dos desafios atuais (ONU, 2017, p. 6).

Podemos, então, dizer que para uma autêntica formação da cabeça bem-feita é necessário o elemento educação, isto porque somente a educação é que pode assegurar um ser humano íntegro e responsável para consigo, para com o semelhante, para com o diferente e para com o meio ambiente. A observância destes quatro passos no processo educativo pode ajudar no alcance do desenvolvimento sustentável. Sem a educação, a sociedade não poderia criar homens engenhosos e comprometidos com uma cidadania terrestre ou ecológica. A educação em vista à formação de uma cabeça bem-feita tem de estar ligada diretamente ao próprio indivíduo.

Assim, a educação pode incentivar vários comportamentos que têm incidência direta e importante no cuidado dos outros, do meio ambiente e ou do planeta terra – e aí se encontra a sua relação com o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, a educação pode conduzir para uma cabeça bem-feita, que daria capacidade para se responder aos desafios da globalidade e da complexidade na vida quotidiana, social, política, nacional e mundial. Para que isso seja possível, “A educação deve favorecer a aptidão natural da mente para colocar e resolver os problemas e, correlativamente, estimular o pleno emprego da inteligência geral” (MORIN, 2003, p. 20).

A educação é uma ferramenta que visa formar todas as camadas da população consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam. A educação é um processo de formação dinâmico, permanente e participativo, no qual as pessoas envolvidas passam a ser agentes transformadores, participando ativamente da busca de alternativas para a redução de impactos ambientais e para o controle social do uso dos recursos naturais e financeiros, gerando o desenvolvimento sustentável.

A educação é uma proposta de filosofia de vida que resgata valores éticos, estéticos, democráticos e humanistas. Seu objetivo deve ser de assegurar a maneira de viver mais coerente com os ideais de uma sociedade sustentável e democrática. A educação deve repensar as velhas fórmulas de desenvolvimento e propor ações concretas

para transformar a casa, a rua, o bairro, as comunidades. A educação deve partir de um princípio de respeito à diversidade natural e cultural, que inclui a especificidade de classe, de etnia e de gênero; a educação deve ser o portal para o desenvolvimento sustentável e essa sustentabilidade é o novo paradigma do desenvolvimento económico e social.

Para criar um mundo mais sustentável e engajar-se com questões relacionadas à sustentabilidade, como descrito nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), os indivíduos devem se tornar agentes de mudança direcionada à sustentabilidade. Para isso, a educação revela-se importante pois dota os indivíduos de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes que lhes permitam contribuir para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

A educação pode contribuir para o desenvolvimento de competências que capacitem as pessoas a refletir sobre as próprias ações, tendo em conta seus impactos sociais, culturais, económicos e ambientais atuais e futuros, a partir de uma perspectiva local e global. A educação pode contribuir no empoderamento dos indivíduos para agir em situações complexas de forma sustentável, o que pode levá-los a adotar novas direções; assim como participar em processos sociopolíticos, movendo suas sociedades rumo ao desenvolvimento sustentável. Esta perspectiva alinha com o papel da educação para o desenvolvimento sustentável preconizado nos seguintes termos:

A educação para o desenvolvimento sustentável deve ser entendida como parte integrante da educação de qualidade, inerente ao conceito de aprendizagem ao longo da vida: todas as instituições de educação – desde a educação pré-escolar até a educação superior e a educação não formal e informal – podem e devem considerar como sua responsabilidade trabalhar intensamente com questões de desenvolvimento sustentável e promover o desenvolvimento de competências de sustentabilidade (ONU, 2017, p. 7).

A UNESCO assevera ainda que a educação para o desenvolvimento sustentável é holística e transformadora, pois aborda conteúdos e resultados de aprendizagem, pedagogia e ambiente de aprendizagem, criando contextos de ensino e aprendizagem interativos e centrados no educando.

A educação deve ser entendida como um processo longo e contínuo de aprendizagem de uma filosofia de trabalho participativo em que todos, família, escola e comunidade devem estar envolvidos. O processo de aprendizagem de que trata a educação para a sustentabilidade ambiental não pode ficar restrito exclusivamente à transmissão de conhecimentos, à herança cultural do povo, às gerações mais novas ou a simples preocupação com a formação integral do educando inserido no seu contexto social, mas deve habilitar as pessoas a desenvolver atividades que tenham sempre em vista a sustentabilidade em todas as vertentes.

Assim, a educação para a sustentabilidade ambiental pode dar um contributo no desenvolvimento sustentável uma vez que for concebido como um processo de aprendizagem centrado no indivíduo, gradativo, contínuo e respeitador de sua cultura e de sua comunidade. Nestes moldes, pode ser um processo crítico, criativo e político, com preocupação de desenvolver e consolidar conhecimentos, a partir da discussão e avaliação crítica dos problemas comunitários e também da avaliação feita pelo cidadão, de sua realidade individual e social, na comunidade em que vive.

A educação pode contribuir para o desenvolvimento sustentável ao desempenhar o papel de sensibilização e ampliação da percepção dos sujeitos em relação à responsabilidade na construção de melhores condições de vida. A educação possui grandes possibilidades como sensibilizadora da população para as questões do ambiente, podendo mobilizar e estimular a participação coletiva para a construção de ambientes

saudáveis e socialmente justos. Por esse motivo, ela pode se constituir como mediadora para a edificação da melhoria da qualidade de vida de uma sociedade e, assim considerada, torna-se uma proposta essencialmente política.

A EDS é uma educação holística e transformadora que aborda conteúdos e resultados de aprendizagem, pedagogia e ambiente de aprendizagem. Assim, a EDS não se limita a integrar, no currículo, conteúdos como mudança climática, pobreza e consumo sustentável; ela também cria contextos de ensino e aprendizagem interativos e centrados no educando. A EDS exige uma mudança de foco do ensino para a aprendizagem. Ela requer uma pedagogia transformadora orientada para a ação, que apoie a autoaprendizagem, a participação e a colaboração; uma orientação para a solução de problemas; inter e transdisciplinaridade; e a conexão entre aprendizagem formal e informal. Apenas essas abordagens pedagógicas tornam possível o desenvolvimento das principais competências necessárias para promover o desenvolvimento sustentável (ONU, 2017, p. 6).

Todas as considerações acima arroladas nos remetem ao seguinte: a educação pode (1) ajudar a fazer e compreender claramente, a existência da interdependência económica, social, política e ecológica, nas zonas urbanas e rurais; (2) proporcionar, a todas as pessoas, a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, as atitudes, o interesse ativo a as atitudes, necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente; (3) induzir novas formas de conduta nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade em seu conjunto, a respeito do meio ambiente, em particular a respeito do desenvolvimento sustentável.

Pelas considerações apresentadas acima, pode-se inferir que a educação é ou pode ser um processo de práticas educativas intencionalmente organizadas. A educação pode orientar-se em diversas vertentes, desde a aquisição de conhecimentos ao desenvolvimento de valores e atitudes positivas para o ambiente e para o desenvolvimento sustentável.

A educação pode contribuir para que se avance na construção de novos objetos interdisciplinares que permitam incorporação do saber ambiental emergente ligado ao desenvolvimento sustentável em novos paradigmas curriculares e sociais. No contexto de riscos, incertezas e dilemas, investir numa educação voltada para um modelo de comportamento que se traduza numa nova relação entre o ser humano, meio ambiente, sociedade e desenvolvimento dá uma conotação estratégica à educação para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

## **A EXPERIÊNCIA MOÇAMBICANA DA KUWUKA JDA**

A KUWUKA JDA (Juventude Desenvolvimento e Advocacia Ambiental) é uma organização da sociedade civil moçambicana que visa contribuir para o desenvolvimento comunitário sustentável e integrado, promover diálogo, consciencializar, formar a comunidade e grupos de interesse para sua ativa participação na busca de soluções face aos desafios do presente e do futuro, contribuindo para o bem-estar social, económico e ambiental.

A KUWUKA JDA tem como missão: “Por uma sociedade participativa para a boa governação e gestão racional dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável.” A visão da organização é: “Despertar o exercício da cidadania para governação participativa e transparente dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável, com justiça social, económica e ambiental”.

A organização desenvolve as suas atividades assentes em cinco pilares, nomeadamente (cf. KUWUKA JDA, 2021, Relatório anual compacto 2019-2020, p. 7): (1) Governação e Participação; (2) Desenvolvimento Comunitário e Educação Cívica Ambiental; (3) Estudos e Pesquisas; (4) Advocacia e Comunicação; e (5) Desenvolvimento Institucional e Sustentabilidade. Para a presente reflexão, foi de extrema importância a análise das atividades levadas a cabo a partir do pilar 2 (Desenvolvimento Comunitário e Educação Cívica Ambiental). Neste contexto (do Desenvolvimento Comunitário e Educação Cívica Ambiental), a KUWUKA JDA empreendeu várias ações, algumas delas, ligadas à educação e ativismo ambiental, com vista ao desenvolvimento sustentável, conforme arrolamos a seguir:

- (i) criação de clubes ambientais a nível da Cidade e Província de Maputo;
- (ii) palestras e capacitações para os alunos e professores pontos focais nas escolas;
- (iii) visitas de estudos a centros de excelência: Recicla - Solução para o lixo plástico e Fertiliza - Solução para lixo orgânico;
- (iv) exposições das obras produzidas pelos clubes ambientais com apoio e assistência técnica de um artista plástico que se ocupa pela componente demonstrativa e prática (reutilização, reciclagem) dos resíduos sólidos urbanos;
- (v) campanhas de plantio de árvores nas escolas para educar os alunos sobre a importância das plantas no equilíbrio ecológico e hídrico para sombra e para dieta alimentar;
- (viii) criação de cooperativas de recolha de resíduos sólidos urbanos.

A KUWUKA JDA, através do seu plano estratégico, desenvolveu um pilar denominado desenvolvimento comunitário e educação cívica ambiental cujo objetivo estratégico é de promover o desenvolvimento económico, social, cultural e político das comunidades locais através da educação cívica e ambiental; incluindo ações que visem o uso e aproveitamento sustentável da terra, ambiente e recursos naturais; no qual se pretende obter como resultado: as comunidades locais promovendo o desenvolvimento local através dos seus diferentes grupos de interesse, incluindo jovens, homens e mulheres, cívica e ambientalmente instruídas, organizadas e fortalecidas demandando seus direitos e na partilha de benefícios da exploração dos recursos naturais.

No âmbito do pilar de Desenvolvimento Comunitário e Educação Cívica Ambiental, a KUWUKA JDA tem realizado as seguintes atividades: 1) Fortalecimento de capacidades das comunidades locais para gestão sustentável de recursos naturais, preservação ambiental, iniciativas de geração de renda baseadas no uso racional da terra e outros recursos naturais; 2) Treinamento sobre agricultura de conservação e fabrico de fogões melhorados (poupa lenha); 3) Sensibilização sobre queimadas descontroladas, promoção de reflorestamento através de estufas/viveiros comunitários para mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas; e 4) Estabelecimento e fortalecimento de comités de gestão de recursos naturais, grupos de interesse comunitário incluindo jovens e mulheres e líderes comunitários para participação ativa nos processos de desenvolvimento local.

A KUWUKA JDA tem trabalhado em várias frentes, desde a contribuição na monitoria de políticas, através de ações de advocacia junto às entidades competentes; implementação de ações visando a consciência ambiental, uso racional da terra, recursos naturais e conservação da biodiversidade; demanda de direitos e exercícios de deveres entre elas: programas de educação, treinamento e sensibilização para o uso racional de recursos florestais nas zonas rurais, através de formação e capacitação de comités de gestão de recursos naturais, que servem como fiscalizadores na comunidade, por exemplo

no combate às queimadas descontroladas nos distritos de Matutuine, Moatize e Marrara. A KUWUKA JDA tem contribuído para uma maior consciencialização e mudança comportamental através da implementação de ações de educação cívica e ambiental, que visem o uso e aproveitamento sustentável da terra, ambiente e recursos naturais.

A materialização das ações acima descritas ocorre mediante a elaboração e concretização de programas e projetos. São apresentados, a seguir alguns exemplos de programas/projetos desenvolvidos pela KUWUKA JDA, ao longo dos últimos treze anos.

Projeto de Capacitação das Comunidades Locais para o Maneio Sustentável dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Comunitário em Catuane (KUWUKA JDA, 2010, Relatório Anual de Atividades de 2009, p. 4): elaboração de guiões de capacitação dos ativistas e comunidades locais e material de divulgação e disseminação (cartazes, camisetas, bonés e brochuras) e mobilização, preparação, capacitação e formação de 5 comités de gestão dos recursos naturais.

Gestão Participativa e Educação Ambiental para o Maneio Sustentável dos Recursos Naturais no Distrito de Matutuine (KUWUKA JDA, 2011, Relatório Anual de Atividades de 2010, p. 2): o projeto tem como objetivos: capacitar as comunidades locais para sua ativa participação na gestão dos recursos naturais e conservação ambiental; promover a educação e sensibilização ambiental; apoiar o fortalecimento das comunidades locais para o controlo do uso desregrado dos recursos florestais e queimadas descontroladas; identificar atividades de geração de rendimento com impacto mínimo sobre o meio ambiente; promover a produção em estufas de mudas de plantas fruteiras e seu plantio com vista a promover a cultura de plantio e reflorestamento, bem como para o melhoramento da dieta alimentar, geração de rendimentos e promoção do desenvolvimento comunitário.

A implementação do projeto começou pelo engajamento dos parceiros locais e do governo distrital, tendo sido apresentado ao Administrador do Distrito, bem como ao SDAE (Serviço Distrital de Atividades Económicas). O SDAE identificou e sugeriu as comunidades para a implantação dos viveiros comunitários. Foram selecionadas as comunidades de Machampfane no e Zitundo Sede.

Em coordenação e apoio das autoridades comunitárias foram selecionados membros da comunidade que trabalham nas estufas; os quais foram treinados em técnicas de produção de plantas em estufas, tendo depois recebido *kits* de trabalho para a produção de plantas. A construção das estufas foi feita por membros da comunidade local.

Monitoria da Governação de Terras e Recursos Naturais no Distrito de Matutuine (KUWUKA JDA, 2011, Relatório Anual de Atividades de 2010, p. 3): tendo como objetivos estabelecer uma plataforma de organizações da sociedade civil (OSC's) no distrito de Matutuine, para uma intervenção coordenada, ativa e efetiva na monitoria da governação de terra e recursos naturais; e realizar um estudo de base sobre a governação de terras e recursos naturais.

O projeto pretendia despertar atenção sobre os direitos e deveres dos cidadãos para a participação na governação no contexto da descentralização; tendo para o efeito o empenho e participação ativa e coordenada da sociedade civil e dos cidadãos (comunidade local) no processo de monitoria de governação local e de políticas públicas; particularmente na implementação da Lei de Terras e da Lei de Florestas e Fauna Bravia.

Capacitação das Comunidades Locais para sua Ativa Participação na Gestão dos Recursos Naturais em Matutuine (KUWUKA JDA, 2011, Relatório Anual de Atividades de 2010, pp. 4-5): apoiou a Associação de Camponeses de Manhangané "Telmina Pereira" para lavar, dragar e irrigar um terreno de cerca de 8 hectares.

O apoio prestado a esta associação pela KUWUKA JDA contribuiu para o sucesso da produção e produtividade. A associação produziu batata reno e foi distinguida pelo



então Presidente da República (Armando Guebuza), na sua presidência aberta à Província de Maputo, como a associação que mais alimentos produziu na província, ao conseguir produzir, numa época, cerca de 8 toneladas de batata.

Ainda neste âmbito, a KUWUKA JDA ofereceu duas bicicletas à Zona de Influência Pedagógica (ZIP) de Catuane, sendo que uma bicicleta foi oferecida à Escola Primária de Catuane sede e outra à Escola Primária de Manhangané. As bicicletas foram oferecidas para minimizar o problema de meios locomotores aos professores, quando se deslocam de uma escola para outra no âmbito dos trabalhos administrativos.

Projeto Clubes Ambientais Juvenis Escolares (KUWUKA JDA, 2011, Relatório Anual de Atividades de 2010, pp. 4-5): a KUWUKA JDA implementou este projeto em sete escolas do Distrito Municipal Ka Maxakeni, financiado pela UN-HABITAT (Programa das Nações Unidas para Assentamento Urbano), com fundos destinados a organizações juvenis no âmbito do programa YOUTH LEAD DEVELOPEMENT (Desenvolvimento Liderado pela Juventude). O projeto tinha como objetivos a consciencialização ambiental, para boas práticas de gestão de resíduos sólidos urbanos, tendo como grupo alvo alunos das escolas.

As escolas beneficiadas são EPC Unidade 22; EPC IV Congresso; EPC Maguiguana; EPC 4 de Outubro; EPC Maxakeni C; EPC Unidade 24 e Escola Secundária do Noroeste 2. Cada clube ambiental contou com 35 alunos e 3 professores, perfazendo no total 245 alunos e 21 professores diretamente envolvidos, enquanto os restantes alunos estavam envolvidos indiretamente.

Os parceiros do projeto foram: Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental (MICOA) através da Direção Nacional de Promoção Ambiental (DNPA); Conselho Municipal da Cidade de Maputo (CMCM) através da Direção Municipal de Salubridade e Cemitérios (DMSC); Direção Distrital de Educação e Cultura do Distrito Municipal Ka Maxakeni e Administração do Distrito Municipal Ka Maxakeni.

Foram treinados professores que servem de pontos focais nas escolas abrangidas em matérias concernentes à educação ambiental. Esta formação foi realizada com o apoio técnico de conteúdos e de módulos ministrados pelo CMCM/DMSC, MICOA/DNPA e a Organização Não Governamental Leigos Voluntários Internacionais (LVIA). A formação contou com a participação do gestor da UNHABITAT em Moçambique e do responsável de programas especiais da Direção Distrital de Educação do distrito Municipal Ka Maxakeni.

Foram produzidos materiais de disseminação tais como, camisetas, bonés e sacolas, que foram distribuídas pelos alunos dos 7 clubes ambientais. Os alunos dos clubes ambientais foram assistidos pelos professores e oficiais da KUWUKA JDA; tendo realizado visitas de estudo à Recicla - Centro de valorização do lixo plástico e à Fertiliza - Centro de valorização do lixo orgânico com o objetivo de familiarizar os alunos e sensibilizá-los sobre a reciclagem de resíduos sólidos urbanos, tanto plásticos assim como orgânicos.

Educação Ambiental nas Escolas (KUWUKA JDA, 2011, Relatório Anual de Atividades de 2010, pp. 5-6): em parceria com a LVIA, a KUWUKA JDA implementou parte de atividades de estabelecimento de núcleos ambientais escolares da LVIA. O trabalho da KUWUKA JDA tinha como objetivos dentro do projeto global:

Apoiar a criação de 3 Núcleos ambientais em 3 escolas do Distrito Municipal Ka Mubukuana, nomeadamente a EPC da Rua 7, EPC da Rua 4 e Escola Secundária Heróis Moçambicanos; Capacitar/treinar os núcleos ambientais na produção de objetos com material reciclável.

Este é um projeto que foi desenvolvido no âmbito voluntário da KUWUKA JDA, apoiando a LVIA na implementação do mesmo, no âmbito de parceria entre as duas

organizações. Foi realizada uma formação para os ativistas e os professores com os quais foram implementadas as atividades como pontos focais nas escolas.

Os núcleos foram capacitados sobre matérias ambientais básicas, incluindo higiene, queimadas descontroladas, efeitos de estufa e a importância de reciclagem. Também foram treinados a fabricarem objetos com material reciclado. Durante o ano letivo de 2010, os alunos também fizeram peças teatrais ligadas ao ambiente, hino do seu próprio clube ambiental e uma variedade de jogos.

Fortalecimento da Plataforma Distrital da Sociedade Civil para Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável no Distrito de Matutuine (KUWUKA JDA, 2014, Relatório Anual de Atividades de 2012-2013, p. 6): o projeto iniciou em 2012 e foi finalizado em 2013, com o objetivo de contribuir para a redução da pressão exercida sobre os recursos naturais e a biodiversidade no Distrito de Matutuine através da capacitação da plataforma das organizações da Sociedade Civil do distrito, em matérias ligadas à gestão sustentável dos recursos naturais, criação e capacitações de comités comunitários de gestão dos recursos naturais e proteção da biodiversidade e identificação de atividades de geração de renda baseadas no uso racional dos recursos naturais.

Alargamento da Participação da Sociedade Civil Moçambicana na Implementação da ITIE (KUWUKA JDA, 2012, Relatório Anual de Atividades de 2011, p. 5): este projeto tinha o seguinte objetivo: capacitar as organizações da sociedade civil e as comunidades locais nas zonas de mineração com conhecimento básico sobre a cadeia de valor da indústria extrativa em geral e os conceitos da Iniciativa para a Transparência na Indústria Extrativa (ITIE).

As capacitações consistiram em seminários e debates públicos, uso dos meios de informação sobre matérias relacionadas com análise do relatório de reconciliação de ITIE, simplificação dos conteúdos do relatório de ITIE em mensagens simples e fazer a respetiva divulgação ao público em geral, com prioridade para comunidades nas zonas onde ocorre a mineração.

Foram capacitadas organizações da sociedade civil em Pemba (duas capacitações), na Cidade de Tete e no Distrito de Moatize. O projeto ainda realizou um seminário/debate público na Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Letras e Ciências Sociais sobre:

- a) Conceitos gerais e básicos da ITIE, processo de implementação, papel da sociedade civil na ITIE, bem como análise dos relatórios de reconciliação da ITIE;
- b) Análise e discussão dos aspetos como fiscalidade e o impacto que as receitas da indústria extrativa têm nos cofres do Estado; se o país está ou não a ganhar o que devia, a questão da transparência na publicação dos contratos.

Em Pemba, em colaboração com a WWF Moçambique, também foi realizado um seminário de capacitação e formação das organizações da sociedade civil local sobre “Exploração de Hidrocarbonetos: Participação Pública & Transparência”.

Foi elaborada uma brochura/livrinho didática(o) e interativa(o) intitulada: Iniciativa de Transparência para a Indústria Extrativa em Moçambique: O que o Cidadão deve Saber? Esta brochura contém informação sobre a ITIE no geral e em particular sobre Moçambique, para além de abordar a posição da sociedade civil em relação à mesma em Moçambique e dá recomendações para o que o público, a sociedade civil e o parlamento podem fazer para que haja maior transparência na indústria extrativa.

Capacitação e Mobilização Comunitária no Distrito Mineiro de Moatize, Província de Tete (KUWUKA JDA, 2014, Relatório Anual de Atividades de 2012-2013, p. 2): o projeto procurou informar e mobilizar as comunidades afetadas pela indústria mineira para melhor se engajarem no diálogo com as empresas mineiras e o governo e assegurar que a indústria extrativa contribua para o melhoramento do seu bem-estar

socioeconómico. Foi promovida a participação e monitoramento comunitário das indústrias extrativa e foi feito o acompanhamento do reassentamento das comunidades de Capanga pela Rio Tinto.

Os diferentes projetos descritos acima permitem-nos compreender que a KUWUKA JDA tem contribuído na educação para a construção de uma cidadania ambiental; primeiro através do trabalho de consciencialização interna dos seus membros e colaboradores, como agentes de mudança para a cidadania ambiental; através de boas práticas quer nas suas vidas privadas, com as suas famílias, amigos e conhecidos. Através de ações de sensibilização da sociedade no seu todo, através de capacitação de ativistas ambientais, quer ao nível das escolas, trabalhando com crianças e jovens, quer ao nível das comunidades locais.

Nas escolas, a KUWUKA JDA promove clubes ambientais escolares como espaço de aprendizagem da cidadania ambiental; nas comunidades com os diferentes grupos de interesse, incluindo os comités de gestão dos recursos naturais. Adicionalmente, a KUWUKA JDA trabalha com parceiros locais (ao nível dos distritos, das províncias e nacional) que tenham interesse ou que também atuem na área de cidadania ambiental, criando sinergias, implementando ações conjuntas e coordenadas com os diferentes atores.

A KUWUKA JDA promove a produção de panfletos, cartazes e brochuras com mensagens simples sobre questões ambientais, como queimadas descontroladas, saneamento do meio e saúde pública. Promove a capacitação de ativistas para monitoria dos impactos ambientais de projetos de exploração mineira.

Em todas as suas ações/atividades, a KUWUKA JDA apresenta um diferencial pelo facto de as suas atividades se apoiarem num o trabalho vertical e horizontal, ou seja, desde a base até advocacia política com os tomadores de decisão. A KUWUKA JDA trabalha com as comunidades locais, como “laboratórios”, no terreno, para perceber como é que as políticas e legislação são implementadas a favor dos direitos ambientais e como esses direitos são conhecidos e compreendidos pelas comunidades locais, líderes comunitários e autoridades locais.

A KUWUKA JDA serve-se das experiências no terreno para advocacia, quer através de fortalecimento de capacidades dos atores locais para que demandem seus direitos; bem como com os tomadores de decisão para influenciá-los a respeitarem e a implementar a legislação; ou através de proposta de reforma quer seja legal ou institucional, incluindo participação nos processos de revisão legislativa. Ao atuar desta forma, a KUWUKA JDA apresenta-se como uma força que ombreia positivamente (na relação de forças) em prol do bem-estar socioambiental e da formação de cidadãos ambientalmente educados, conhecedores e reconhecedores dos seus direitos e deveres ambientais, contribuindo para o desenvolvimento ambientalmente sustentável.

Para além de evidências de trabalho no terreno, a KUWUKA JDA realiza estudos de base, ou coleta de informação de base, que a utiliza como evidência para advocacia política. Desta forma, a KUWUKA JDA faz uma ligação vertical entre a base e o topo, também promovendo ações horizontais a nível local (distrital e provincial), capacitando e fortalecendo as comunidades locais em matérias ambientais e formando-as para a consciência cívico-ambiental e de desenvolvimento sustentável.

Por fim e adicionalmente, a KUWUKA JDA participa em fóruns regionais e internacionais, o que lhe permite colher e partilhar experiências com parceiros noutros países, compreender e trazer experiências regionais e internacionais, tendo em conta que o país em que está sediada (Moçambique) é signatário de várias convenções que obrigam a sua adoção através de domesticação nas leis nacionais. A estratégia de atuação da KUWUKA JDA confere-lhe o diferencial com outras organizações congéneres, ao se

apresentar como influenciador nacional e internacional em prol de várias causas ambientais, partilhando a hegemonia com as autoridades governamentais.

Desta forma, podemos concluir que a maioria das ações levadas a cabo pela KUWUKA JDA procura trazer uma mudança significativa na vida das pessoas atingidas, através o exercício de organização associativa, pressão política direta, campanha e educação cívica, criação de parcerias, conservação do meio ambiente, etc., através de projetos cuja finalidade é uma melhor qualidade de vida para as populações, algumas das quais vivendo em situação de pobreza, mas que lutam pelos seus direitos como cidadãos.

Em suma, o contributo da KUWUKA JDA abarca quase todos os aspetos relacionados com o desenvolvimento ambientalmente sustentável, primando por práticas pedagógicas formais e informais. Importa salvaguardar que a KUWUKA JDA não procura a “competição/rivalização”, mas busca estabelecer parcerias, colaboração e coordenação, de modo que a sua luta pela cidadania ambiental seja frutífera, com maior abrangência e eficácia em prol do desenvolvimento sustentável em geral e em particular na sua dimensão ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação mostra-se um veículo preponderante na consecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Nesta linha de pensamento, a educação é imprescindível para a capacitação dos indivíduos não só para o fazer em prol do desenvolvimento sustentável, mas também para a compreensão deste fazer e encetar uma reflexão em torno de melhores estratégias para que com facilidade sejam alcançados os seus objetivos.

Ao longo do desenvolvimento do texto, procurou-se esclarecer que a educação é uma ferramenta que visa formar a população consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam.

A educação é um processo de formação dinâmico, permanente e participativo, no qual as pessoas envolvidas passam a ser agentes transformadores, participando ativamente da busca de alternativas para a redução de impactos ambientais e para o controle social do uso dos recursos naturais e financeiros, gerando o desenvolvimento sustentável. A educação pode contribuir para o desenvolvimento sustentável ao desempenhar o papel de sensibilização e ampliação da perceção dos sujeitos em relação à responsabilidade na construção de melhores condições de vida.

A educação possui grandes possibilidades como sensibilizadora da população para as questões do ambiente, podendo mobilizar e estimular a participação coletiva para a construção de ambientes saudáveis e socialmente justos. Por esse motivo, ela pode se constituir como mediadora para a edificação da melhoria da qualidade de vida de uma sociedade e, assim considerada, torna-se uma proposta essencialmente política no alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Assim, a educação pode dar um contributo no desenvolvimento sustentável uma vez que for concebido como um processo de aprendizagem centrado no indivíduo, gradativo, contínuo e respeitador de sua cultura e de sua comunidade.

Relativamente à experiência moçambicana da KUWUKA JDA, foi possível perceber que esta organização da sociedade civil busca o fortalecimento das capacidades das comunidades locais para gestão sustentável dos recursos florestais, conservação ambiental e reflorestamento, que inclui o estabelecimento, reativação e treinamento dos Comités Comunitários de Gestão de Recursos Naturais, sobre boas práticas de gestão dos

recursos florestais, conservação da biodiversidade e sua importância na mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Adicionalmente, os membros dos comitês de gestão contribuem na educação cívica ambiental, principalmente, na sensibilização contra práticas prejudiciais ao ambiente e à conservação da flora e fauna nas comunidades (queimadas descontroladas, abate indiscriminado das árvores, caça furtiva, em particular as espécies protegidas, etc.).

O fortalecimento supracitado inclui também a construção de estufas comunitárias para produção de mudas para o reflorestamento, entre nativas e fruteiras. Como resultado de impacto, as plantas produzidas nas estufas comunitárias contribuem para o equilíbrio ecológico, bem como para o melhoramento da dieta alimentar através de consumo da fruta.

A KUWUKA JDA empenha-se no fortalecimento da capacidade da sociedade civil para a participação ativa na promoção da boa governação dos recursos naturais e indústria extrativa em Moçambique, através do treinamento das comunidades para monitoria do impacto da indústria extrativa nos locais da sua instalação.

Pela ação da KUWUKA JDA, as comunidades são empoderadas para a gestão sustentável dos recursos florestais através do estabelecimento e treinamento dos Fóruns de Comitês de Gestão dos Recursos Naturais de que coordenam as atividades de sensibilização comunitária. O empoderamento das comunidades incluiu a produção de manuais de treinamento dos ativistas comunitários sobre o manejo sustentável dos recursos florestais e participação comunitária.

Assim, as comunidades locais participam ativamente e de forma transparente nos processos de governação e de desenvolvimento na área de terras, ambiente e recursos naturais. Da mesma forma, as Organizações da Sociedade Civil participam ativamente nos processos de governação, no empoderamento das comunidades locais e dos cidadãos e na implementação de programas de desenvolvimento na área de terras, ambiente e recursos naturais.

Influenciadas e apoiadas pela KUWUKA JDA, várias organizações da sociedade civil (OSC's) promovem o desenvolvimento da educação cívica e ambiental das comunidades locais com o envolvimento e a participação ativa de homens e mulheres de todas as faixas etárias. Importa referir que as OSC's participam e coordenam os processos de advocacia pela boa governação e pelos direitos das comunidades locais e dos cidadãos no domínio da governação de terras, ambiente e exploração dos recursos naturais.

## **AGRADECIMENTOS**

Os agradecimentos vão para todos os membros e colaboradores da KUWUKA JDA por terem permitido que eu explorasse as suas experiências e o seu acervo documental. Agradecemos à organização do Congresso Nacional de Práticas Interdisciplinares e Sustentabilidade pela oportunidade de podermos partilhar as nossas reflexões sobre a sustentabilidade ambiental.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BADR, Eid (org.) *et al.* **Educação Ambiental: conceitos, histórico, concepções e comentários à Lei da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei No 9795/99)**. Manaus: Valer Editora, 2017. Disponível em: <https://pos.uea.edu.br/data/noticia/download/28529-1.pdf>. Acesso em 31 de agosto de 2021.

BOFF, Leonardo. **Grito da Terra, Grito dos Excluídos**. Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2004.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação?** 46a ed. São Paulo: Brasiliense, 2005.

EFFTING, Tânia Regina. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: Realidade e Desafios**. 2007. Monografia (Pós Graduação em “Latu Sensu” Planejamento Para o Desenvolvimento Sustentável). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Marechal Cândido Rondon, 2007. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/autoresindf>. Acesso em 18 de setembro de 2021.

KUWUKA JDA. **Relatório Anual Compacto 2019-2020**. Maputo, 2021.

KUWUKA JDA. **Relatório Anual de Actividades de 2010**. Maputo, 2011.

KUWUKA JDA. **Relatórios de Actividades de 2013**. Maputo, 2014.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2001.

LIMA, Nataneal Gomes; DORNELAS, K. C. S.; NERES, L. L. F. G.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, J. C. I.; CARVALHO, A. V. Analfabetismo Ambiental: A Percepção dos Docentes e Discentes Sobre o Ambiente de uma Escola do Município De Guaraí-To. **Ambiente & Educação. Revista de Educação Ambiental**. V. 23, n.1, p.198-224, 2018. <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v23i1.7179>. Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental: Universidade Federal do Rio Grande. ISSN - 1413-8638 E-ISSN - 2238-5533. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/7179/5300>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

MARTINS, Evandro Silva. A etimologia de alguns vocábulos referentes à educação. **Olhares & Trilhas**. Ano VI, v. 6, p. 31-36, 2005. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/olhasesetilhas/article/view/3475/2558>. Acesso em 09 de Outubro de 2021.

MORIN, Edgar. **A Cabeça Bem-Feita: Repensar a reforma, Reformar o pensamento**. 8ª Edição Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. **Terra-Pátria**. 4ª Edição Porto Alegre: Sulina, 2003.

ONU – CMMAD. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

ONU. **Declaração do Rio Sobre Ambiente e Desenvolvimento – Agenda 21: Programa de Acção para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 1992.

ONU. **Guia sobre Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável: 17 objetivos para transformar o nosso mundo**. 2016.

ONU - UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem.** 2017.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão. Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade.** V. 2, n. 4, p.35-57, Set-Dez/2012. ISSN: 2237-3667. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/297669804>. Acesso em 12 de agosto de 2021.

REBOUL, Olivier. **Filosofia da Educação. “Capítulo Primeiro: A Educação”.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1988.

RODRIGUES DE BRITO, José Wilson; GUEDES DE LIMA, Francisco Jozivan Guedes. A Educação em Kant como Condição de Autonomia do Indivíduo. **Revista Electrónica de Filosofia.** V. 14, n. 2, p. 199-217, 2017. São Paulo: Centro de Estudos de Pragmatismo - Programa de Estudos Pós-Graduados em Filosofia Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. ISSN 1809-8428, DOI: 10.23925/1809-8428.2017v14i2p41-57.

ROMEIRO, A. R. (2012) Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva económico-ecológica. **Revista Estudos Avançados.** V. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

SERRA, Carlos Manuel. Apontamentos de Introdução à Educação Ambiental. **Revista Ambiental.** 1987.

TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentini & TRISTÃO, José Américo Martelli. A Contribuição das ONG's para a Educação Ambiental: uma avaliação da percepção dos stakeholders. **Revista Ambiente & Sociedade.** V. 19, n. 3, p. 47-66, 2016.


Capítulo 5


## **EDUCAÇÃO E ARTE: ABORDANDO A TECNOLOGIA SOCIAL PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA INTEGRADA E SUSTENTÁVEL (PAIS) POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO**


**Eduarda Jardim de Souza, João Vitor Vieira Silvestre, Túlio Prates Feres Lauer,  
Valéria Cristina da Costa.**


**Resumo:** A tecnologia social pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e procedimentos, associados às formas de organização coletiva, que representa soluções para inclusão social e melhoria da qualidade de vida. O objetivo deste artigo é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramático referente ao uso da tecnologia social Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS). O texto foi escrito usando-se técnicas do *Storytelling*, com a construção da premissa, caracterização dos personagens, redação do *plot* e do *storyline* e escrita da versão final. Ele se refere a uma família cujo filho consegue promover melhorias na comunidade em que habita, a partir dos conhecimentos que adquire na universidade relacionados à tecnologia social PAIS. Considerando-se o texto produzido, entende-se que ele é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com estudantes sobre o tema anteriormente mencionado.

**Palavras-chave:** Agroecologia. Tecnologia social. PAIS. Teatro científico. Divulgação científica.

E. J. de Souza (  ) Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.  
eduarda.jardim@ufvjm.edu.br

J. V. V. Silvestre (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.

T. P. F. Lauer (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.

V. C. da Costa (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.



## INTRODUÇÃO

Os debates acerca dos modos de produção e dos impactos que estes provocam ao meio ambiente, e à própria vida de cada indivíduo, vem permeando o cenário científico e social no último século, sendo possível vislumbrar um embate entre os diferentes posicionamentos acerca desta problemática. Neste contexto, as discussões em torno da agroecologia tiveram seu início, conforme apontam Neves *et al.* (2020), na década de 1930, mas só viriam a ganhar maior destaque na década de 1990. Contudo, cabe salientar que as práticas agroecológicas permeiam o cenário mundial, muito antes da cunhagem do próprio termo agroecologia, nesse sentido, constata-se que,

por exemplo, a produção, armazenamento e intercâmbio de sementes crioulas ou práticas agrícolas familiares e comunitárias baseadas em recursos locais e sem utilização de insumos químicos, que são formas de organização social, manejo do solo e agrícola e constituem um conjunto de conhecimentos e tecnologias que existem e são aprimoradas há muitas gerações (NEVES *et al.*, 2020, p. 07).

Assim, o que se constata é um processo pelo qual as práticas originárias em torno da agricultura são consideradas e potencializadas enquanto métodos a serem replicados em um cenário global, como alternativas ao modelo de produção neoliberal, modelo este que se encontra regido pela égide do pensamento no qual a sociedade contemporânea deverá ser dirigida pelos interesses presentes em uma economia puramente direcionada pelos anseios do mercado, assim sendo toda a sociedade subjugada pela ótica neoliberal. Desta forma, ao Estado caberia somente o papel de preparar as condições necessárias para o pleno desenvolvimento do mercado e de suas aspirações (SILVA; MARQUES, 2020a).

Enquanto caracterizada como sendo um agricultura de base sustentável e ecológica, a agroecologia configura-se como um processo sistêmico que desencadeia impactos por toda a sociedade. Neves *et al.* (2020) evidenciam ainda que, por ser uma prática agrícola, um campo de produção de conhecimento científico, bem como um movimento social, a agroecologia impacta diretamente nos processos de manejo ecológico de recursos naturais – tão imprescindíveis para a sobrevivência humana – mediante o desenvolvimento de ações sociais coletivas, que se configuram como alternativas para o atual cenário de crise oriundas do processo de globalização econômica.

Toledo (2016), nesse contexto, destaca que o conceito de agroecologia

[...] representa um salto epistemológico e metodológico que propicia novas maneiras de fazer ciência; também é uma prática. Ou seja, a Agroecologia já constitui um novo paradigma científico. É uma ciência política e socialmente comprometida [...] a Agroecologia também é uma prática. Ou seja, ela envolve inovação tecnológica e prática. No entanto, não se trata de uma inovação tecnológica que surge em centros de pesquisa e depois é repassada para os agricultores. A inovação tecnológica na agroecologia resulta tanto do conhecimento tradicional camponês quanto do conhecimento acadêmico. Finalmente, a agroecologia também é um movimento social. Isso fica claro, por exemplo, nos congressos e encontros de agroecologia que, basicamente, consistem em oportunidades para a reunião de acadêmicos, gestores públicos e representantes de organizações de agricultores e movimentos sociais (TOLEDO, 2016, p. 43).

Ou seja, a perspectiva proposta através do movimento que permeia e impulsiona a agroecologia propõe um processo que visa a promoção da unificação de princípios agronômicos bem como ecológicos e socioeconômicos (NEVES *et al.*, 2020).

Por conseguinte, cabe salientar as dimensões que, de acordo com Lima *et al.* (2017), constituem a proposta da agroecologia, são elas: a) dimensão social, que fundamenta a concepção de participação social e a valorização dos diferentes saberes, que passam agora a atuar como elementos intrínsecos para a promoção do desenvolvimento local; b) dimensão cultural, que objetiva a valorização do conhecimento constituído ao longo da história de cada comunidade, fazendo uso, desta forma, de elementos como a tradição oral, as formas de organização, da cooperação e do conhecimento tradicional existente; c) dimensão ecológica e ambiental, que retrata os processos relativos ao espaço e tempo pelos quais ocorrem as interações entre o indivíduo e a natureza como um todo, aqui o enfoque se dá nas relações sustentáveis e que favoreçam a plena continuidade de futuras gerações naquele espaço; d) dimensão econômica, que busca provocar a reflexão acerca da necessidade de se operacionalizar novas formas de interação entre os fatores econômico-produtivos, potencializando nesse processo, ações de cunho mais sustentável, como modelos alternativos de comercialização e produção, bem como a organização de agricultores e consumidores; e) dimensão política, em que são apresentados aspectos que postulam a integração da agroecologia enquanto uma política pública a ser observada por todos os governos (LIMA *et al.*, 2017).

Destaca-se então que, diante de tudo que foi apresentado, não se pode conceber a agroecologia apenas enquanto um substituto de insumos e ou uma mudança na forma de se produzir, mas sim enquanto um conjunto de aspectos que constituem uma lógica multidimensional para o sistema produtivo como um todo (SOUSA, 2017).

A agroecologia, para seu desenvolvimento, pode fazer uso das tecnologias sociais. Nesse contexto, Lima (2017), evidencia que a tecnologia social, enquanto presente na matriz produtiva da agroecologia, deve ser pensada no intuito de operacionalizar todo um processo de produção sustentável, pautado nos princípios do cooperativismo e pela formação de cadeias produtivas de cunho solidário. Portanto, nesse sentido, observa-se que a construção de tecnologias sociais se apresenta como uma alternativa para a superação dos atuais entraves vivenciados, uma vez que a tecnologia social apresenta as seguintes características:

[...] adaptada a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico; não ser promotora do controle, segmentação, hierarquização nas relações; ser orientada para o mercado interno; incentivadora do potencial e da criatividade do produtor direto e dos usuários; capaz de viabilizar economicamente empreendimentos como cooperativas populares, incubadoras e pequenas empresas (LIMA, 2017, p. 53).

Neves *et al.* (2020), ao analisarem o surgimento do conceito de tecnologia social, evidenciam que este surge em oposição ao modo de produção capitalista, mais especificamente à tecnologia produzida para o desenvolvimento e manutenção deste modo de produção, destacando-se ainda o aspecto excludente que é vislumbrado em todo esse processo de produção e concomitantemente a toda tecnologia produzida pelo e para o sistema capitalista. Para Zucoloto e Pereira (2017), a discussão sobre tecnologia social emerge diante da percepção de que as tecnologias convencionais não eram eficientes no que tange a promoção da inclusão social, bem como para a minimização dos problemas socioambientais.

Nesse âmbito, o conceito de tecnologia social apresenta, no seu cerne, a perspectiva de promoção da inclusão social, de construção social - ou seja, pressupõe uma tecnologia que é construída socialmente pelo coletivo que irá fazer uso dela - e, para tal, se faz necessária a ocorrência da fusão dos diferentes saberes de cada componente do grupo que está promovendo a construção da tecnologia social. Assim, constata-se que "a

interação é um aspecto importante para garantir que as tecnologias a serem desenvolvidas respeitem as características e particularidades dos diferentes contextos, bem como suas dimensões econômicas, sociais, culturais, políticas, etc" (NEVES *et al.*, 2020, p. 04). Rutkowski (2005) apresenta o seguinte conceito para tecnologia social:

um conjunto de técnicas e procedimentos, associados às formas de organização coletiva, que representa soluções para inclusão social e melhoria da qualidade de vida. Uma tecnologia de produto ou processo que de maneira simples e de fácil aplicação e reaplicação, com baixo custo e uso intensivo de mão-de-obra, tem impacto positivo na capacidade de resolução de problemas sociais. Uma tecnologia que depende tanto de conhecimentos gerados e difundidos na comunidade, os chamados conhecimentos populares, como daqueles técnico-científicos, desenvolvidos no ambiente acadêmico (RUTKOWSKI, 2005, p. 183).

Diante do exposto, Silva e Montebello (2020) destacam que as tecnologias sociais se constituem em engrenagens importantes, uma vez que são produzidas mediante e diante dos fatores existentes em cada localidade, sendo assim permeadas dos saberes e pela criatividade de cada indivíduo, objetivando a resolução de uma problemática existente no local, podendo ainda serem realocadas e replicadas em outras localidades posteriormente. Portanto, uma tecnologia social não é constituída em um processo rápido e ou simples, mas pelo entrelaçamento de diferentes parâmetros (Tabela 1) e elementos que, em perfeita harmonia, vão trazer à tona uma nova forma de se pensar um determinado fenômeno e/ou problemática.

Tabela 1 – Parâmetros da tecnologia social

Parâmetros da Tecnologia Social	Definição
Razão de ser da tecnologia social	Atender as demandas sociais concretas vividas e identificadas pela população.
Processo de tomada de decisão	Processo democrático e desenvolvido a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população.
Papel da população	Há participação, apropriação e aprendizado por parte da população e de outros atores envolvidos.
Sistemática	Há planejamento, aplicação ou sistematização de conhecimento de forma organizada.
Construção do conhecimento	Há produção de novos conhecimentos a partir da prática.
Sustentabilidade	A tecnologia social visa à sustentabilidade econômica, social e ambiental.
Ampliação de escala	Gera aprendizagem que serve de referência para novas experiências.

Fonte: Silva e Montebello (2020).

Desta forma, no processo de construção de uma tecnologia social, são levados em consideração variados elementos que, no final, irão se fundir, dando origem à uma nova forma de se pensar e fazer, tendo como base os fatores do protagonismo social, do cuidado ambiental, do respeito cultural, da solidariedade econômica, do trabalho e renda, bem como do desenvolvimento sustentável. Ou seja, a fusão de todos esses aspectos contribui para a construção de uma tecnologia social (SILVA; MONTEBELLO, 2020).

Uma tecnologia social diretamente vinculada à agroecologia é a Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS), que teve o início de seu desenvolvimento na década de 1990, através da orientação do engenheiro agrônomo Aly Ndiaye, em uma unidade rural localizada na cidade de Petrópolis-RJ. Foi, no entanto, apenas em 2007 que ela veio a ser reconhecida oficialmente como uma tecnologia social (SILVA; MONTEBELLO, 2020).

Considerando-se a relevância das tecnologias sociais, da agroecologia e da tecnologia Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, buscou-se construir um texto dramaturgicamente em que estes temas pudessem ser abordados. Em especial, é muito importante que a tecnologia PAIS seja divulgada porque ela integra outras tecnologias

sociais também de grande valor, relacionadas ao uso eficiente da água, ao uso da adubação verde e de composto orgânico para a melhoria da qualidade do solo, à integração entre diferentes plantas e à produção de carne e ovos de galinha.

O impacto da proposta contida no texto pode ser bastante significativa, ao levar em consideração que o teatro tem se mostrado uma ferramenta muito importante para promover reflexões sobre diversos assuntos. Segundo Boal (2015), “o teatro é uma forma de conhecimento e deve ser também um meio de transformar a sociedade.”

O teatro científico, ou teatro de temática científica, caracterizado por abordar temas da ciência em uma perspectiva pedagógica, vem sendo bastante usado por diversos coletivos no Brasil na divulgação científica, como relatado por Moreira e Marandino (2015), sendo, inclusive, o Núcleo Arte e Ciência no Palco um dos coletivos mencionados por esses autores. Conforme as palavras do ator Carlos Palma, integrante desse grupo, “o que o teatro faz é pensar a nossa existência, a nossa vida; se a ciência faz parte da nossa vida, então ela tem que estar no teatro” (PALMA, 2005 *apud* MASSARANI; ALMEIDA, 2006).

Por meio do uso do teatro científico, o público é lembrado “de suas próprias responsabilidades diante dos rumos que o conhecimento científico pode gerar em nossa civilização” (THÜRLER, 2011). Ademais, Moreira e Marandino (2015) fazem uma importante reflexão sobre o benefício do uso desse tipo de teatro, a saber:

A proficuidade dessa prática [teatro de temática científica] reside na possibilidade de se conhecerem ciência e tecnologia para além dos seus conceitos, experimentos ou produtos, focalizando uma abordagem mais humanista. Assim, cientistas podem ser desnudados em seres humanos, com suas emoções e conflitos, e os experimentos poderiam ser contextualizados, conhecendo-se os interferentes sociais que influenciaram nas grandes descobertas científicas. Nessa mesma perspectiva, pode-se problematizar o papel do cientista na sociedade, e sua imagem, bem como questões a respeito do sentido da vida e do mundo, e os dilemas éticos, políticos, religiosos e históricos relacionados à ciência e à tecnologia (MOREIRA; MARANDINO, 2015, p. 514).

Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramaturgicamente relacionado ao uso da tecnologia social Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, elaborado com a colaboração dos demais membros do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas e discussões sobre agroecologia, tecnologias sociais e sobre a tecnologia social Produção Agroecológica Integrada e Sustentável.

De acordo com Gil (2002), configura-se como sendo uma pesquisa bibliográfica aquela que toma por base materiais já elaborados acerca de determinado assunto, tendo sua principal vantagem no fato de que se acessa um grande arcabouço de conteúdos previamente sistematizados. Ademais, Marconi e Lakatos (2003) destacam que, por meio da pesquisa bibliográfica, se tem contato com toda uma bibliografia já elaborada sobre um tema de estudo em específico, disponibilizada nos mais diversos formatos, tais como jornais, livros, pesquisas, trabalhos acadêmicos e gravações em áudio e vídeo.

Para a elaboração do texto, foram utilizadas técnicas do *Storytelling*, termo que significa a capacidade de construir histórias relevantes, descritas por Andrighetti (2017). Inicialmente, foi definida a premissa da história. Uma premissa é a ideia inicial, o ponto

de partida para se construir o *Storytelling*. A etapa seguinte consistiu na caracterização dos personagens, conferindo a eles atributos físicos e psicológicos, e elaboração do *plot*, que é a síntese da história em uma frase. Para tal, foi considerado o seguinte esquema: Personagem + Desejo + Conflito. A partir do *plot*, a premissa começou a ser desenvolvida e avançou-se também para a redação do *storyline*, que é basicamente um resumo da história contendo aproximadamente cinco linhas. Ele também pode ter três linhas, cada uma representando um ato. No *storyline*, estarão os conflitos principais da trama e como serão resolvidos (ANDRIGHETTI, 2017).

Para a elaboração deste texto dramático, se contou com a colaboração do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência. Este grupo se reúne semanalmente, com dois encontros que, somados, duram aproximadamente duas horas e trinta minutos e em que estão presentes estudantes e professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus do Mucuri, bem como representantes do Instituto Cultural In-Cena, totalizando aproximadamente 50 participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tecnologias sociais começam a ganhar espaço no cenário estratégico no campo da ciência e tecnologia nacional em decorrência de alguns fatores, como, por exemplo: seu baixo custo de produção e sua facilidade de serem replicadas e adaptadas a diferentes contextos, podendo assim serem aplicadas em grande escala (VENTURA *et al.*, 2011).

Por outro lado, constata-se que a tecnologia social “apresenta-se como alternativa para problemas estruturais das camadas mais excluídas da sociedade, trazendo soluções simples e efetivas para temas como educação, meio ambiente, energia, alimentação, habitação, água, trabalho e renda, saúde, entre outros” (ZUCOLOTO; PEREIRA, 2017, p. 142). Estes aspectos demonstram o caráter abrangente presente nas tecnologias sociais.

Zucoloto e Pereira (2017) destacam a importância que as tecnologias sociais representam no cenário nacional, ao disporem de dados acerca da certificação dela pela Fundação Banco do Brasil, bem como pela criação do Banco de Tecnologias Sociais promovido pela entidade, desta forma, pode-se constatar que

o Banco de Tecnologias Sociais é uma base de informações sobre as Tecnologias Sociais certificadas no âmbito do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social. Realizado a cada dois anos, este prêmio tem por objetivo identificar, certificar, premiar e difundir Tecnologias Sociais já aplicadas, implementadas em âmbito local, regional ou nacional. Atualmente, cada uma das vencedoras recebe R\$ 50 mil para aplicar na própria tecnologia, buscando seu aprimoramento e expansão. Em nove edições realizadas, de 2001 a 2017, foram certificadas 1.011 tecnologias em oito áreas, sendo: alimentação (80), educação (340), energia (14), geração de renda (222), habitação (26), meio ambiente (129), recursos hídricos (78) e saúde (122) (ZUCOLOTO; PEREIRA, 2017, p. 144).

Novamente, através destes dados é possível inferir o alcance do poder de transformação que cada tecnologia social dispõe, uma vez que elas vislumbram a construção e/ou reconstrução de uma sociedade mais harmônica e equitativa entre todos os indivíduos.

Neste contexto, o grande efeito inovador presente em uma tecnologia social não está presente em seu ineditismo, mas na sua possibilidade de ser replicada e transformada de acordo com as condições de cada localidade em que será aplicada (OLIVEIRA; SILVA, 2012). A tecnologia social

deveria ter como base os empreendimentos, alcançando micro e pequenas empresas de forma a viabilizar economicamente os empreendimentos autogestionários, o que favoreceria os trabalhadores e também os pequenos proprietários em geral, não criando discriminação entre patrões e empregados, além de permitir a plena utilização do potencial criativo do produtor direto. Assim, a tecnologia social estaria mais conectada com a realidade das comunidades, oportunizando respostas mais adequadas aos problemas colocados em um determinado contexto (OLIVEIRA; SILVA, 2012, p. 286).

Ventura *et al.* (2011) evidenciam que 58% das tecnologias sociais analisadas em sua pesquisa apresentavam significativa contribuição para a mitigação dos gases do efeito estufa, no conjunto de tecnologias sociais voltadas para o controle do uso de água as maiores contribuições. Outrossim, destaca-se ainda que 58% das tecnologias sociais apresentam capacidade de prover melhorias na disponibilidade e uso racional de recursos hídricos e de energia.

No que tange à rentabilidade da aplicação de tecnologias sociais, constata-se, em Avila (2018, p. 34), que “os benefícios em longo prazo superam as inversões realizadas em pesquisa, fazendo que o fluxo seja positivo no período de avaliação”, desta forma, o que se busca destacar neste momento, refere-se ao potencial presente na utilização das tecnologias sociais a longo prazo, uma vez que estas detém a capacidade de promover a transformação da realidade local, a partir da transformação das práticas de cultivo presentes na agricultura familiar de cada região.

Silva e Montebello (2020), em seu estudo, destacam os impactos positivos da utilização de tecnologias sociais no contexto do semiárido brasileiro. De acordo com o estudo realizado, cerca de 100.760 indivíduos tiveram acesso à água para beber após a implementação de tecnologias sociais na região. Quanto ao acesso à água para a produção, o estudo mostra um total de 732 famílias contempladas na microrregião de Santana do Ipanema-AL. O que esses dados demonstram é o potencial de transformar a realidade local presente pelo uso das tecnologias sociais, uma vez que, através da adaptação e captação dos recursos naturais existentes em cada região, somado a esses fatores o planejamento coletivo e o incremento oportunizado pelas tecnologias sociais, vê-se neste cenário, emergir um contexto pelo qual se torna possível promover a transformação da realidade local e, ao mesmo tempo, prover condições de se estabelecer um desenvolvimento sustentável para as famílias e para o meio ambiente.

São conhecidas diversas tecnologias sociais, dentre elas a tecnologia Produção Agroecológica Integrada e Sustentável que, de acordo com a Fundação Banco do Brasil (FBB)/Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) (2013), pode ser definida como

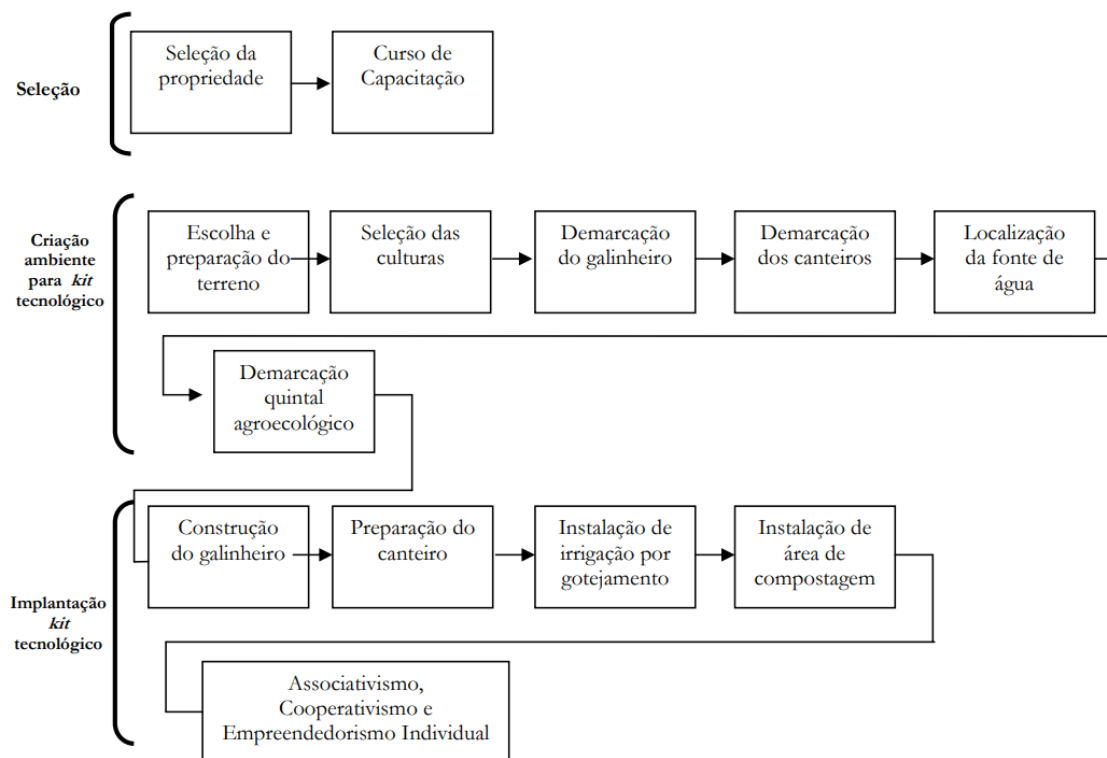
uma tecnologia social que propicia aos agricultores familiares produzir sem o uso de agrotóxicos, com a preocupação de preservar o meio ambiente e proporcionar segurança alimentar e geração de renda por meio da inclusão socioprodutiva. Tecnologia social porque é uma técnica reaplicável, desenvolvida na interação com a comunidade e que representa efetiva transformação social (FBB/SEBRAE, 2013, p. 6)

Desta forma, o que se objetiva, conforme exposto na Cartilha PAIS (FBB/SEBRAE, 2013), é a aplicação prática de um sistema de produção agroecológica que evidencie os benefícios da integração do binômio agricultura e natureza, de modo a se considerar, neste cenário, o pleno desenvolvimento sociocultural de cada localidade no qual será aplicado o PAIS, aliando-se ainda neste processo, os fatores necessários para a geração de renda para cada produtor, a fim de se obter a produção de alimentos seguros para a sociedade como um todo.



No que se refere ao processo de implementação da tecnologia PAIS, conforme destacado por Serafim *et al.* (2013), esse processo pode ser dividido em três etapas (FIGURA 2).

Figura 2 – Etapas de implementação da tecnologia PAIS



Fonte: Serafim *et al.*, 2013.

Na primeira etapa, são desenvolvidos os processos relativos à seleção das propriedades e a concomitante capacitação dos indivíduos que irão trabalhar nas mesmas, nesse contexto, a seleção se dá mediante a realização de entrevistas com os agricultores. Já o processo de capacitação ocorre, em geral, nos fins de semana nas propriedades previamente selecionadas para a realização das atividades (SILVA; MONTEBELLO, 2020).

Na segunda etapa, são desenvolvidos estudos para a comprovação da viabilidade de implementação das tecnologias que compõem o PAIS. Destaca-se que, durante todo o processo de avaliação, o agricultor é membro ativo, participando de todas as fases de análise, juntamente com os técnicos (SILVA; MONTEBELLO, 2020).

Por fim, a terceira etapa é caracterizada pela implementação do kit tecnológico, e também pela constituição de redes de associativismo, cooperativismo e ou empreendedorismo individual, que irão auxiliar o produtor agrícola na geração de renda, mediante o que foi produzido em sua propriedade (SILVA; MONTEBELLO, 2020).

A partir das informações levantadas sobre agroecologia, tecnologia social e tecnologia PAIS, um texto dramático foi construído, tendo como público-alvo o infantojuvenil. A produção do texto foi feita utilizando-se técnicas do *Storytelling* e iniciada com a definição da premissa, seguida pela caracterização dos personagens e construção do *plot*, elaboração do *storyline* e concluída por meio da redação do texto completo.

Essas etapas serão apresentadas a seguir:



### ***Premissa***

Como as tecnologias sociais podem colaborar no enfrentamento de desafios econômicos, sociais e ambientais enfrentados por agricultores familiares em tempos de pandemia?

### ***Plot***

João deseja contribuir com a melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares de sua comunidade local impactados pela pandemia de Covid-19, o que não será fácil em função da gravidade desta pandemia.

### ***Storyline***

Com a chegada da pandemia de Covid-19, os pequenos agricultores da comunidade dos Pereira, e suas famílias, ficaram inviabilizados de comercializar seus produtos. João, filho de um dos agricultores do local, no entanto, conseguiu promover melhorias nesta comunidade, a partir dos conhecimentos que adquiriu na universidade referentes à tecnologia social Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS).

### ***Caracterização dos personagens***

**Maria:** mãe de João e Paulo, é professora e presidente da associação de moradores de sua comunidade.

**Pedro:** pai de João e Paulo, é muito trabalhador e dedicado à sua família e à sua comunidade.

**João:** tem 18 anos, é estudante de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UFVJM, é estudioso, esperto e curioso.

**Paulo:** tem 08 anos, é o filho mais novo de Maria e Pedro.

Segue o texto dramaturgico na íntegra:

### ***Texto dramaturgico***

**Dramaturgia** - Túlio Prates Feres Lauar e Eduarda Jardim de Souza, com colaboração do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

**NARRADOR:** Todos sabemos que o último ano e meio foi muito difícil: lojas fechando, pessoas se isolando, negócios quebrando, sem contar as inúmeras mortes de entes e pessoas queridas.

Não foi diferente para a família Silva, uma família pobre da comunidade dos Pereira, zona rural situada entre Poté e Malacacheta. A família era composta pela mãe, Maria, pelo pai, Pedro, e pelos filhos João e Paulo. Os Silva não eram muito diferentes das tradicionais famílias de zona rural da região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Sobreviviam basicamente da agricultura familiar, além de produzir para vender nas populares feirinhas do sábado, na zona urbana de Malacacheta.

Pedro é o típico pai trabalhador, faz de tudo para sua família, acorda às 05 horas da manhã e não para até que tudo esteja feito. Maria é professora de uma escola da zona rural e, além disso, preside uma associação para que os moradores da região se ajudem com a

agricultura, seja com ideias ou com trocas entre eles. Os dois sempre fizeram de tudo para que os filhos tivessem as melhores condições, não à toa, o João está na Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), sendo o maior orgulho da família. Teve até festinha com bolo para ele, com direito à presença de quase toda família.

João é sempre estudioso, muito esperto e curioso. Gosta de analisar o mundo, como as coisas funcionam, o que dá liga para tudo. Nem pensou duas vezes ao escolher o Bacharelado em Ciência e Tecnologia, pois acredita que vai poder desenvolver suas habilidades, resolver problemas, ajudar a família e se tornar um engenheiro respeitado. Logo na primeira oportunidade, ele fez valer toda sua astúcia e hoje é considerado o grande futuro da comunidade. Mas como ele fez isso? Vou contar essa história, que se iniciou no começo da pandemia.

Em meados de abril de 2020, a pandemia do Covid-19 já era realidade e todos estavam se atentando aos perigos. As cidades estavam fechando seus comércios, as pessoas se trancavam dentro de casa e não havia nem perspectiva de quando isso ia acabar.

**PEDRO:** E agora mulher? Como a gente faz? Acabaram com nossas feirinhas, logo agora que nossa plantação de alface está perfeita para a colheita. Sem contar as bananas-maçãs, o chuchu, o tomate e a beterraba.

**MARIA:** Agora é esperar, meu bem, não sabemos o que vai ser.

**NARRADOR:** Maria tentava acalmar o marido, apesar de sua preocupação. Essa discussão perdurou por uns três meses e a conta estava para chegar. A produção dos meses anteriores começava a gerar prejuízos devido às perdas, o dinheiro que servia para pagar as contas estava no limite. A associação tentava se ajudar, porém não era o suficiente para alguns. Dona Madalena, membro da associação, relatou, durante a reunião semanal realizada pela internet, que possui cinco filhos e não está mais conseguindo mantê-los. Segundo ela, o dinheiro não passava daquele mês. Ouvindo aquilo do seu quarto, João chega perto da sua mãe e diz:

**JOÃO:** Mãe, me deixe ajudar, quero participar da próxima reunião. Acho que tive uma ideia que pode salvar a associação e a comunidade.

**NARRADOR:** Maria ficou um pouco surpresa, sabia o quanto seu filho era inteligente e resolveu lhe dar uma chance. Encerrou a reunião e foi ouvir o que ele tinha a dizer para que pudesse avaliar se era viável.

**JOÃO:** Mãe, é o seguinte, a senhora já ouviu falar sobre agroecologia e tecnologias sociais? Eu procurei uns trabalhos relacionados ao tema e tenho certeza que teremos bons resultados se utilizarmos alguma tecnologia social aqui.

**MARIA:** Como assim, filho? Do que está falando?

**JOÃO:** Olha, mãe, primeiro existe uma tecnologia chamada de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, ou PAIS, para simplificar. Ela é uma tecnologia social que visa a produção e cultivo de alimentos de uma maneira mais sustentável, com o menor ou nenhum uso de agrotóxicos, juntamente com a integração animal. Ah, além disso, eu acho

que podemos conseguir fazer uma rede de entregas pelo WhatsApp. É bem simples, na próxima reunião eu explico tudo.

**NARRADOR:** Maria olhava atônita, tentando captar tantas informações que acabara de receber. Ficava orgulhosa de ver o filho tão empolgado em assuntos da família e também buscando ajudar a comunidade. Concordeu com ele e esteve disposta a ajudá-lo a colocar em prática suas ideias. No dia seguinte, já estavam preparando cartazes e divulgações nas redes sociais para apresentarem um sistema de entregas de frutas e verduras. Era o “Hortifrutti Digital”, em que o cliente escolhia o que queria, e a associação preparava tudo para encaminhar diretamente a ele no sábado. A reunião seguinte da associação foi um sucesso, todos estavam empolgados e cheios de esperança com as ideias boas de João, que já falava como um menino grande, cheio de confiança enquanto explicava as vantagens e divulgava tudo o que aprendera na faculdade. Falava o tempo todo sobre as vantagens do PAIS.

**JOÃO:** Com o PAIS, todos serão incluídos, estaremos criando hábitos saudáveis na população, com os mais diversificados produtos sem agrotóxicos, melhorando a renda das famílias beneficiadas e as nossas.

**PEDRO:** Mas o que a gente tem que fazer, João? Como começar?

**JOÃO:** Amanhã mesmo irei a Teófilo Otoni. Vou procurar uma unidade do Sebrae para solicitar apoio em relação à tecnologia PAIS e pedir os kits com materiais e insumos. Com esse kit, será possível construir, de forma simples, um sistema e iniciar a produção agrícola, usando mandala com um galinheiro no centro, tendo ao redor uma horta e um pomar agroecológico, irrigados por um sistema de irrigação por gotejamento. Além disso, haverá assistência técnica durante trinta meses, para que possamos agir conforme as normas orgânicas de produção.

**NARRADOR:** Não deu outra, João saiu da reunião super aplaudido. Tinha acabado de resolver os maiores problemas daquele momento. Ajudou a todas e todos a economizar água e preparou o terreno para a distribuição dos kits. Em poucos dias, o PAIS foi aprovado para os agricultores e instalado em toda comunidade. A rede de entregas, por outro lado, teve apoio da prefeitura e foi um sucesso. O fato de se tratar de produtos naturais, aliado à entrega em casa, pesava muito nas escolhas dos consumidores, que ainda estavam com medo de ir a supermercados, por exemplo. A economia na produção também fazia a diferença nas contas de casa e da associação, de forma que seus membros puderam se reerguer. Hoje já estamos caminhando para o fim do mal que assolou o mundo nos últimos tempos, mas o legado de João na comunidade continua intacto. Sempre que possível, ele participa das reuniões, socializando conhecimentos e projetos que conhece na faculdade, buscando sempre o melhor para todos e para o meio ambiente. Essa história é um exemplo de como as tecnologias sociais na agricultura sustentável podem mudar a realidade de uma família, de uma comunidade e, assim sucessivamente, até que seus impactos possam influenciar no mundo todo.

Esse texto, bem como os demais que vem sendo redigidos por componentes do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, são curtos, com vistas a permitirem discussões após a apresentação teatral, já que os autores deste artigo tem entendimento semelhante ao apresentado por Gardair e Schall (2009) de que “o espetáculo teatral, no

campo da educação em ciências, deve funcionar como ponto de partida para gerar o debate sobre temas relacionados à prática científica”.

Por fim, vale destacar que o texto dramático é relevante para que sejam geradas reflexões a respeito das tecnologias sociais, da agroecologia e da tecnologia social Produção Agroecológica Integrada e Sustentável. De acordo com Gardair (2012),

a linguagem teatral, tão rica em elementos e significados, desafia o público a interpretar os tantos signos que compõem o discurso cênico. O extenso alfabeto do teatro, composto de palavras, gestos, cenário, figurino, dentre outros, tende a ampliar as possibilidades de elaboração de diferentes leituras de mundo (GARDAIR, 2012).

Esse texto dramático pode ser utilizado por professores que promovam a encenação com seus estudantes; em ações promovidas por educadores ambientais; em processos de formação inicial ou continuada de docentes, como possibilidade de estratégia pedagógica a ser usada em sala de aula por estes profissionais; e pelo Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência da UFVJM, que tem, como objetivo, encenar textos a partir dos quais possam ser discutidas questões socioambientais e promovida a divulgação científica. Por fim, para o preparo da encenação, podem ser utilizados os jogos teatrais desenvolvidos pelo importante teatrólogo brasileiro Augusto Boal descritos no livro Jogos Para Atores e Não Atores (BOAL, 2015).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Inicialmente, destaca-se que a metodologia utilizada na construção da obra dramática se mostrou bastante adequada, em que cada etapa foi muito importante para o avanço da produção do texto pretendido.

Considerando-se o texto dramático produzido, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, feitas, nesse caso, as devidas adaptações para tal, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre agroecologia, tecnologias sociais e a tecnologia Produção Agroecológica Integrada e Sustentável.

Por fim, vale destacar que a montagem dessa dramaturgia é algo que pode motivar muito os estudantes do Ensino Fundamental e contribuir para que mais pesquisas, mediadas pelos próprios professores, sejam feitas por eles, no sentido de compreenderem melhor a temática, por isso incentiva-se o uso do texto produzido como ferramenta educacional pelos professores que tiverem interesse em tal uso.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos demais membros do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, pelas contribuições dadas durante a produção deste artigo. À Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC) da UFVJM e ao Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia do Campus do Mucuri pelo apoio financeiro, estrutural e logístico dado ao Projeto “Arte (com)Ciência: o teatro como possibilidade de formação de público e de discussão/divulgação de conhecimentos científicos”.

## REFERÊNCIAS

ANDRIGHETTI, M., FREITAS, T. **Os 7 passos para criar uma história**. Disponível em:

<<https://anyflip.com/unvr/ilwg/basic>>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

AVILA, A. F. D. Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias. *In*: AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**: metodologia de referência. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132174/1/MetodologiaReferenciaAvalImpactoEmbrapa.pdf>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

BOAL, A. **Jogos para atores e não atores**. São Paulo: Cosac Naify, 2015, 416 p.

FBB/SEBRAE – Fundação Banco do Brasil/ Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha PAIS: Produção Agroecológica Integrada e Sustentável**. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. Disponível em:

<[https://issuu.com/planomidia/docs/cartilha\\_pais\\_\\_27\\_12\\_2013\\_baixa](https://issuu.com/planomidia/docs/cartilha_pais__27_12_2013_baixa)>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. **Ciência e Educação**, v.15, n.3, p. 695-712, 2009.

GARDAIR, T. L. **Integrando a percepção de estudantes à criação de peça teatral: uma alternativa de educação científica em diálogo com as artes**. 2012. 380 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, M. M. T. Tecnologia Social. *In*: SOUZA, A. M.; SILIPRANDI, E. C.; CORRALES, F. M.; FAGUNDES, G. G.; RIMOLI, J.; OLIVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, J. T. A.; BIASE, L.; LIMA, M. M. T.; URCHEI, M. A.; CARMO, M. S.; GEMMA, S. F. B.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; ALVARES, S. M. R.; COMITRE, V. **Marco referencial de agroecologia - Rede de Agroecologia da Unicamp**. Campinas, Biblioteca-Unicamp. 2017.

LIMA, M. M. T.; BIASE, L.; FAGUNDES, G. G. Agroecologia e ecologização de agroecossistemas. *In*: SOUZA, A. M.; SILIPRANDI, E. C.; CORRALES, F. M.; FAGUNDES, G. G.; RIMOLI, J.; OLIVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, J. T. A.; BIASE, L.; LIMA, M. M. T.; URCHEI, M. A.; CARMO, M. S.; GEMMA, S. F. B.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; ALVARES, S. M. R.; COMITRE, V. **Marco referencial de agroecologia - Rede de Agroecologia da Unicamp**. Campinas, Biblioteca-Unicamp. 2017.

MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Arte e ciência no palco. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.13, supl., p.233-246, 2006.

MOREIRA, L.; M. MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

NEVES, E. F.; LIMA, M. M. T.; GONÇALVES, G. E. Agroecologia e tecnologia social como caminhos para o desenvolvimento rural integral: Uma aproximação. **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, v.32, ed. esp., e9, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/41536/pdf>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

OLIVEIRA, N. D. A.; SILVA, T. N. Inovação social e tecnologias sociais sustentáveis em relacionamentos intercooperativos: um estudo exploratório no CREDITAG-RO. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 5, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2734/273424461007.pdf>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

PALMA, C.: depoimento [19 out. 2005]. Entrevistadoras: Luisa Massarani e Carla Almeida. Rio de Janeiro: Centro de Estudos do Museu da Vida, Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

RUTKOWSKI, Jaqueline. Rede de Tecnologias Sociais: pode a tecnologia proporcionar desenvolvimento social? In: LIANZA, S.; ADDOR, F (org). **Tecnologia e desenvolvimento social e solidário**. Porto Alegre/RS: Editora UFRGS, 2005

SERAFIM, M. P.; JESUS, V. M. B.; FARIA, J. Tecnologia Social, agroecologia e agricultura familiar: análises sobre um processo sociotécnico. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 20 (Supl), 2013. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634595/2516>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

SILVA, R. O.; MARQUES, M. D. Neoliberalismo e desenvolvimento regional: obstáculos da política regional no Brasil. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 10, 2020a. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/2686>>. Acesso em: 02 de jan. de 2022.

SILVA, D. R.; MONTEBELLO, A. E. S. A tecnologia social PAIS (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável) e a sua efetividade no desenvolvimento rural o semiárido: o caso da APAOrgânico. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55. 2020. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73792/42392>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

SOUZA, R. P. Agroecologia e educação do campo: desafios da institucionalização no Brasil. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 38, n. 140, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/NVYdW7qx7dNfNC9fS9FQKK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 26 de dez. de 2021.

TOLEDO, V. M. A Agroecologia é uma revolução epistemológica. **Agriculturas**, v. 13, n. 1. 2016. Disponível em: <[http://aspta.org.br/files/2016/06/V13N1\\_Artigo-7-Entrevista-Victor-MToledo.pdf](http://aspta.org.br/files/2016/06/V13N1_Artigo-7-Entrevista-Victor-MToledo.pdf)>. Acesso em: 02 de jan. de 2022.

THÜRLER, D. A ciência não é só dos cientistas. In. PORTO, C.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. Salvador: Edufba, 2011, 240 p.

VENTURA, A. C.; ANDRADE, J. C. S.; ALMEIDA, A. C. A. Soluções locais para problemas globais: análise de possíveis contribuições das tecnologias sociais para a mitigação do aquecimento global. **Revista Ciências Administrativas**, v. 17, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4756/475647554006.pdf>>. Acesso em 26 de dez. de 2021.

ZUCOLOTO, G. F.; PEREIRA, L. S. Tecnologias sociais e economia solidária: projetos certificados pela fundação banco do brasil. **Mercado de Trabalho**, v. 63, 2017.

Disponível em:

<[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8134/1/bmt\\_63\\_tecnologias.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8134/1/bmt_63_tecnologias.pdf)>.

Acesso em: 26 de dez. de 2021.

## Capítulo 6

# **A SOCIEDADE DO ANTROPOCENO E O IDEÁRIO EUGÊNICO: O QUE (NÃO) MUDOU ATÉ AQUI.**

**Rafaela Batista Carvalho de Pina**

**Resumo:** A sociedade do Antropoceno apresenta-se marcada pela tecnologia e pelo modo de agir do homem que se vê como centro do poder no planeta. O artigo busca analisar o decurso das práticas de eugenia ao longo do tempo na sociedade e a necessária intervenção ancorada nos princípios da ética e da dignidade humana. Foram utilizados referenciais teóricos de autores que embasam suas pesquisas no cerne do tema proposto. A reflexão sobre o comportamento da sociedade do Antropoceno e a propagação da eugenia de forma camuflada na biotecnologia humana incide no ideal de eugenia de forma sofisticada por meio dos intentos da busca pelo melhoramento genético humano. O uso de práticas eugênicas deixou marcas profundas na sociedade sendo de grande importância estudar como essa prática pode estar sendo disseminada até hoje e suas implicações.

**Palavras-chave:** Antropoceno. Eugenia. Humanidade. Técnica.

R. B. C. de Pina (  ) Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.  
e-mail: rafaelabc100@hotmail.com.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.



## INTRODUÇÃO

O instinto de sobrevivência do homem ao longo da história sempre fomentou seu aprendizado como ser em comunidade. A ação no ambiente foi fundamental nos acontecimentos que marcaram o desenvolvimento das sociedades e, sobretudo, da consolidação das principais organizações sociais como o pluralismo cultural da Idade Antiga, a energia motriz dos moinhos hidráulicos na Idade Média e a revolução das atividades laborais. Importantes marcos que contribuíram para os primeiros ensaios do uso de tecnologias no aprimoramento dos meios de produção. O homem via-se assim separado da natureza extraindo dela o máximo de suas necessidades.

O homem é o único capaz de se adaptar de forma tão complexa no ambiente criando tecnologias; moldando e impactando a natureza conforme seus interesses no viés dos artefatos sociais. Da cerâmica às construções monumentais, do cultivo do solo à construção naval. Dos têxteis às máquinas de guerra, da medição do tempo à astronomia: ferramentas, técnicas e objetos seguiram sendo essencialmente os mesmos durante longos períodos de tempo (JONAS, 2014).

A priori, grandes transformações ocorreram na Idade Moderna e se deram em meio aos ideais inovadores do Iluminismo. O apogeu das grandes navegações, o telescópio por Galileu Galilei, a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico colocaram a Ciência sob um novo ponto de vista da observação e do método investigativo, o funcionamento do mundo e de toda a natureza. O conceito de Francis Bacon de que, conhecimento é poder também endossou os novos paradigmas norteadores desse período. Os homens, a partir do desenvolvimento da técnica, passam a ser “mestres e possuidores da natureza” (DESCARTES, 1973).

No curso desse fenômeno tão complexo e no indúbita da apropriação das melhores técnicas, a Revolução Industrial emerge na Inglaterra ocasionando profundas mudanças na configuração social, política e econômica das sociedades. O progresso tecnológico e as novas relações de poder e dominação, tipicamente engendrados no modo capitalista foram sendo delineados. O homem que antes elaborava suas concepções forjadas no conceito da criação divina passa a concentrar nas próprias mãos o poder de agir e manipular a própria vida. Assim, ocorre o triunfo do *Homo faber* através do lugar central que a tecnologia passa a ocupar nos fins da vida humana (JONAS, 2006).

## DESENVOLVIMENTO

A ação do homem sempre foi causa substancial de profundas mudanças no decurso do planeta em seus processos vitais de homeostase e equilíbrio. Na busca por uma compreensão mais ávida acerca das modificações que a Terra vem sofrendo ao longo do tempo, diversos especialistas postulam um novo conceito a respeito de uma nova época geológica, o Antropoceno. Importante ressaltar o protagonismo da humanidade nunca visto em nenhum outro momento histórico de forma a alterar drasticamente o funcionamento e o metabolismo natural do planeta ao promover intensas mudanças globais, de ordem intensa e irreversível.

### **Antropoceno e a premissa de um colapso iminente**

O termo Antropoceno foi proposto pela primeira vez pelo químico holandês Paul Crutzen. Especialista em química atmosférica ganhador do Nobel em 1995 pelos seus estudos sobre a camada de ozônio. Suas pesquisas foram concentradas na forma como a atividade humana desencadeia mudanças profundas na emissão de gases e na elevação

da temperatura global. O economista e professor de Desenvolvimento Sustentável do Instituto da Terra da Universidade de Columbia, Jeffrey Sachs (2008, p. 101), refere-se em seu livro *Economía para un planeta abarrotado* contribuindo para clarificar o seu significado:

O Prémio Nobel da Química Paul Crutzen designou o nosso tempo como o Antropoceno, uma era em que a Terra está dominada pelo ser humano porque o volume das actividades humanas é agora tão grande que desbaratou todos os sistemas fundamentais para a sustentabilidade da vida.

A criação desse termo projeta o olhar da sociedade ao entendimento que o homem redefiniu sua posição na natureza de forma a se colocar como prioridade juntamente com seus interesses que convergem a uma ação exploratória de uma realidade objetificada do planeta. O homem que a priori deveria construir uma relação de dependência e pertencimento com a natureza em um exercício de prudência e responsabilidade - premissa que o filósofo alemão Hans Jonas traz com íntima visão conceitual, prefere de forma insensata agir como se fosse detentor de seu poder numa dimensão forjada no caos e na devastação dos recursos ambientais. Mudanças climáticas; acidificação dos oceanos; desequilíbrio dos ecossistemas; a perda de biodiversidade são apenas alguns dos inúmeros prejuízos que a Terra vem sofrendo nas mãos de uma humanidade que vive sem preservar as condições vitais de sua espécie e de toda a biosfera. Segundo LATOUR (2020), a sociedade enfrenta no cenário atual os trágicos efeitos de uma crise sanitária global. A explosão das desigualdades sociais, colapso ecológico, negacionismo climático, e ainda, o relaxamento de regulamentações governamentais deflagram uma profunda crise instaurada em todo o planeta.

Por tudo isto, associa-se frequentemente a introdução do termo Antropoceno a uma situação de autêntica emergência planetária que a humanidade tem de enfrentar na atualidade BYBEE (1991) em consequência de um comportamento recente e nocivo, por parte da espécie humana. O Antropoceno não se configura como o resultado de mudanças recentes no comportamento humano, mas como consequência da própria ação antrópica durante milênios de manipulação e exploração da Terra-mãe. O Antropoceno vislumbra um momento histórico-geológico onde o planeta agoniza em sua plena vulnerabilidade, face ao comportamento inconsequente da humanidade que parece ter alcançado o limite do que a natureza consegue suportar.

A nova era do Antropoceno caracteriza o planeta em uma condição de extrema vulnerabilidade. A ação do homem ao longo dos últimos tempos - por assim dizer, nos últimos milênios tem sido tão destrutiva que os riscos de um colapso global são iminentes, uma verdadeira emergência planetária. Todos os ecossistemas estão ameaçados, inclusive a própria sobrevivência da espécie humana. SACHS (2008, p.87): “Uma coisa é certa: a actual trajectória da actividade humana não é sustentável”. Diante da emergência da atual crise planetária muitas ações têm sido organizadas na tentativa de combater a destruição dos recursos naturais. A primeira grande conferência-marco na área de meio ambiente foi a Conferência de Estocolmo, de 1972; todos os dados estão no relatório final do encontro. Em abril de 1987, a Comissão Brundtland, como ficou conhecida, publicou um relatório inovador, “Nosso Futuro Comum” – que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público. Segundo o relatório, o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.

Em 1992 ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92). Dez anos depois, em 2002, ocorreu em Joanesburgo, na África do Sul, a Rio+10 e em 2012, novamente no Rio de Janeiro, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. Por fim, em setembro de 2015, ocorreu em Nova York, na sede da ONU, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. Nesse encontro, todos os países da ONU definiram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável que deve finalizar o trabalho dos objetivos de desenvolvimento do milênio - ODM e não deixar ninguém para trás. Com prazo para 2030, mas com o trabalho começando desde já, essa agenda é conhecida como a Agenda 2030 para o desenvolvimento Sustentável.

No entanto, apesar de muitas iniciativas e eventos que priorizam a preocupação da ação humana no planeta, um relatório recente de 168 páginas por parte das Nações Unidas divulgado em Fevereiro de 2021 alerta sobre as mudanças climáticas, da perda da biodiversidade e da poluição, que os humanos estão destruindo a Terra e tornando-a um planeta cada vez mais inabitável. Para reverter esse caminho trágico, o mundo precisa implementar mudanças urgentes e dramáticas na sociedade, na economia e na vida diária das pessoas. "Sem a ajuda da natureza, não vamos prosperar, ou mesmo sobreviver", afirmou o secretário-geral da ONU, António Guterres.

Por muito tempo, temos travado uma guerra sem sentido e suicida contra a natureza. O resultado são três crises ambientais interligadas: perturbações climáticas, perda de biodiversidade e poluição ameaçam a nossa viabilidade como espécie.

Ao passo desse cenário, de extrema assimetria entre o homem e a natureza ocorre o incessante interesse humano pelo desenvolvimento tecnológico e o maciço investimento no aprimoramento de técnicas que passa a despontar o protagonismo do homem na conquista de feitos inimagináveis: o desenvolvimento de aparato industrial, viagens espaciais, pesquisas médicas, inteligência artificial, tecnologia computacional, o mundo globalizado, interligado pelas redes sociais. O homem nunca esteve tão conectado no acesso à informação. Paradoxalmente, nunca esteve tão alheio às suas próprias fragilidades. Ao mesmo tempo em que desenvolve avidamente tantas tecnologias se depara com a consequência de desastres naturais (que poderiam ser evitados) com ações de previsibilidade; o sofrimento causado por conflitos, guerras e intolerância; o cenário de fome e miséria estampado muito mais perto do que se imagina. A falta de acesso às condições básicas de saneamento e saúde.

A Pandemia da COVID19 é um exemplo concreto que trouxe ao mundo não somente a vulnerabilidade humana diante do poder avassalador de um vírus, mas também expôs a cronicidade de problemas que assolam a sociedade e que se potencializaram no caos da doença. As desigualdades sociais, a falta de políticas públicas assertivas e a própria falta de empatia com o próximo fazem com que muitos recursos não cheguem para todas as pessoas. Muitos países espalhados pelo planeta ainda não têm sua população vacinada. Enquanto isso surge novas variantes, mais pessoas adoecem e milhares de vidas deixam de ser salvas. A sociedade do Antropoceno apresenta o homem como centro do poder, mas também expõe sua total ausência de responsabilidade – na consequência explícita de suas mazelas sociais.

Esse é o novo modo de perceber a condição humana universal – uma universalidade completamente perversa (*wicked universality*) é verdade, mas é a única que dispomos, uma vez que a precedente a da globalização parece desaparecer do horizonte. A nova universalidade consiste em sentir que o solo está nas vias de ceder (LATOUR, 2020). A falta de responsabilidade, intimamente interligada em um sistema retroalimentado, é à base dos problemas e suas causas conjunturais - o consumismo em acesso, a emissão de

poluentes que gera alterações climáticas e a degradação dos ecossistemas, a desigualdade social, a violência.

Como visto, o comportamento da sociedade do Antropoceno aponta para um agir humano pautado (em sua maioria) para escolhas e direcionamentos ausentes de responsabilidade abrindo precedentes para a criação de teorias e ideologias que não contemplam o bem estar do planeta e muito menos da própria humanidade. Um terreno fértil para movimentos que fizeram parte da sociedade e que até hoje fomentam valores inversos à equidade, ao respeito à diversidade e à dignidade humana deixando cicatrizes profundas na História recente da sociedade.

### **Surge a eugenia: uma ciência segregatória**

Conforme exposto até aqui, a contemporaneidade da vida humana é marcada de forma potencial pelo intenso progresso tecnológico. O Antropoceno incide a luz do iminente avanço da tecnociência, na qual o homem passa a dominar técnicas num patamar nunca antes imaginado. Desde a teoria da Relatividade de Albert Einstein, os estudos sobre evolução de Lamarck e de Charles Darwin revolucionaram os rumos da pesquisa científica revelando ao mundo a notória importância de uma área de conhecimento em ascensão, a Biotecnologia.

É nesse contexto de vigoroso progresso da ciência e da ambivalência da técnica influenciando os rumos da sociedade e as novas correntes de pensamento que se dá o conceito de Eugenia. Idealizado por Francis Galton, em 1883, um rico herdeiro de família bastarda em Londres. A publicação do livro “Origem das Espécies”, de seu primo, o naturalista Charles Darwin, teria sido a inspiração para a formulação de sua teoria, que buscava selecionar pessoas com base em suas características genéticas. Darwin por sua vez, nunca mencionou em sua publicação o estudo do comportamento de seres humanos para embasar a teoria do primo. Com o propósito de aplicar os pressupostos da seleção natural na espécie humana, Francis Galton em 1883, reunindo duas expressões gregas, cunhou o termo "eugenia" ou "bem nascido" (BLACK, 2003, p. 56).

Para Galton, a transmissão das características não se limitava apenas aos aspectos físicos, mas também a habilidades e talentos intelectuais (GALTON, 1892, p. 6). Para ele, a pobreza, a doença eram marcadores definidos hereditariamente, assim como os traços físicos das pessoas. Ele associava características como tamanho do crânio, formato do nariz, estatura, descendência e condições econômicas de cada indivíduo como determinantes genéticos de uma classe mais superior. No seu entendimento, em uma clara alusão aos princípios da seleção natural, a ciência deveria priorizar a sobrevivência das linhagens de sangue mais adequadas. Esse grupo era representado por famílias ricas, abastadas, de olhos azuis, e cabelos claros. Em detrimento das linhagens menos adequadas, consideradas um estorvo para a sociedade: os pobres, deficientes, os de menor estatura, assim chamados de inaptos. Para Galton, em prol do “bem da sociedade” era melhor que esses indivíduos não procriassem a fim de não gerar uma prole também inapta.

Embora o conceito de eugenia seja inaceitável e abominável, na época em que foi criado recebeu muitos adeptos, inclusive outras nações compactuaram com essa ideologia de extrema discriminação, como os Estados Unidos e a Alemanha que estampou no horror das guerras a prática explícita de eugenia exterminando milhões de pessoas. Além de sofrer eutanásia passiva e mortes nas câmaras de gás, permitindo que os objetivos de higienização fossem rapidamente atingidos (GONÇALVES, 2006). Homens, mulheres e crianças perderam suas vidas porque eram

dispensáveis segundo o modelo de horror nazista. Estima-se que, devido às práticas eugênicas, cerca de seis milhões de pessoas morreram nos campos de concentração durante a Segunda Guerra Mundial (ONU, 2014). Na prática de muitas entidades da época, a castração de mais de 64 mil americanos considerados “inaptos” evolutivamente como alcoólatras, esquizofrênicos e epiléticos configurou também como um aterrador cenário dessa ideologia na sociedade da época.

Mediante a perspectiva de seleção de características e das prerrogativas de determinar a formação de castas genéticas, a eugenia acabou por criar duas classificações em seu conceito de segregação. A eugenia positiva, com a finalidade de modificar as funções somáticas e mentais do ser humano, como a memória, a inteligência bem como determinar características, promovendo a reprodução de indivíduos mais aptos com características consideradas superiores. A eugenia negativa, com o objetivo de impedir a reprodução de indivíduos indesejáveis: portadores de doenças, malformações, com características consideradas inferiores perante a sociedade. A eugenia negativa distingue-se de um lado, da eugenia positiva pela diferença entre preferências a serem evitadas, passíveis de generalização, e, por outro, graças a preferências de otimização não generalizáveis (HABERMAS, 2001).

Galton propôs categorizar as pessoas mais dignas de viver e procriar organizando também casamentos seletivos baseados em uma ciência hereditária. Tudo para garantir a pureza das linhagens. Segundo ele, os não dotados dos genes “superiores” não deveriam ter o direito de nascer. Assim, os conceitos de eugenia positiva e negativa baseados no objeto de segregação torna impossível a definição de limites claros entre ambas as correntes. De um modo bem enfático, a eugenia tratou por usar a hereditariedade como instrumento de exclusão e esterilização dos considerados mais fracos: negros, deficientes, imigrantes e todo grupo de vulneráveis. A mesma genética busca rechaçar sua teoria comprovando que não existe divisão de raças e que geneticamente não existem genes superiores ou inferiores e sim uma única humanidade em suas várias individualidades.

### **A Tecnologia eugênica e a Genética humana**

Embora a eugenia tenha sido desmascarada e profundamente criticada tendo sido abolida inclusive dos livros e congressos de genética seus preceitos ainda não desapareceram. O ideário eugênico ainda sobrevive, camuflado em muitos casos sob o rótulo de “genética humana”. Como uma ciência a favor do bem da humanidade no intuito de promover o melhoramento da espécie humana em face de situações concretas da sociedade. As técnicas: GIFT (*Gamete Intrafallopian Transfer*), a ZIFT (*Zygote Intrafallopian Transfer*), a ICSI (*Intracytoplasmic Sperm Injection*) e a IVF (*In Vitro Fertilization*) ou FIV (fertilização in vitro) (SÁ, NAVES, 2018, p. 138-139) despertam a atenção da humanidade sobre o risco potencial e iminente de uma nova eugenia cuja base se sustenta em antigas ideologias. Semelhanças com a teoria de Galton com certeza não são mera coincidência.

SCHRAMM (2005, p.1) num sentido mais técnico, eugenia é um termo genérico do século XIX, que indica a ciência que estuda as condições mais propícias à reprodução e melhoramento da espécie humana; eugenética representa a forma contemporânea da eugenia, uma tecnociência nascida nos anos 70, do encontro entre genética, biologia molecular e engenharia genética; eugenismo indica a forma ideológica e “utópica” da eugenética, quer dizer, a convicção de que é possível substituir os genes “ruins” pelos genes “bons” e criar uma nova espécie de humanidade libertada de seu mal-estar e sofrimento. Com base nesse conceito, a sociedade se depara com a máxima da vertente tecnológica em que é possível por meio dos avanços

científicos ativar ou desligar genes em prol da cura de doenças, malformações e as mais diversas condições que envolvem a saúde humana. A edição da informação genética já é uma realidade e conduz o homem a um caminho muito delicado.

Na plenitude das pesquisas e aplicação de aparatos cada vez mais modernos, a pesquisa em Genética Humana adquire uma extrema relevância no meio científico, econômico e social. A segunda metade do século XX desponta a utilização de uma técnica que revolucionaria a pesquisa genética, em especial do genoma humano. Trata-se da CRISPR- Cas9, abreviação de repetições palindrômicas curtas regularmente intercaladas. Em 1987, o pesquisador Yoshizumi Ishino e colaboradores da Universidade de Osaka (Japão) identificaram um locus (região) peculiar no genoma da bactéria *Escherichia coli*, constituído por sequências repetidas e espaçadoras intercaladas e de função desconhecida.

Em 1993, o microbiologista da Universidade de Alicante, na Espanha, Francisco Mojica identificou sequências repetitivas de DNA peculiares no genoma do archaeon *Haloferax* e mais tarde, mostrou que sequências semelhantes eram comuns em procariontos e materiais genéticos compatíveis em fagos, vírus que infectam bactérias. Em suma, pode-se verificar que o CRISPR consiste em um processo natural do funcionamento biológico de organismos bacterianos na natureza. Anos depois, em 2005, Mojica também levantou a hipótese de que tais sequências faziam parte de um sistema imunológico microbiano. Com Ruud Janssen na Universidade de Utrecht, na Holanda, Mojica criou a sigla CRISPR.

No ano de 2012, a francesa Emmanuelle Charpentier e a norte-americana Jennifer Doudna publicaram seus experimentos mostrando que o sistema CRISPR – Cas9 poderia cortar DNA isolado e como a enzima Cas9 poderia ser instruída a cortar sequências de DNA predefinidas. Pela grande relevância do trabalho publicado, a dupla de pesquisadoras recebeu em 2020 o Prêmio Nobel de Química. Em entrevista concedida anos antes, em 2016, Doudna explicou que a técnica também poderá ser usada para vários fins, inclusive curar condições prejudiciais à saúde como anemia falciforme, câncer e doenças degenerativas.

Pela primeira vez na história, o ser humano tem ao seu alcance a possibilidade de reescrever o código genético de sua espécie tanto nas células doentes do corpo quanto nos óvulos e espermatozoides que resultarão nas futuras gerações. Trata-se de conceder ao homem o poder sobre a vida e de como a mesma será de acordo com o provimento de suas necessidades. A criação de um super-homem, se não é mais uma imagem fantástica, também não é mais um tabu inviolável. A crise das instituições sociais, o niilismo moral e a defasagem sofrida pelos ideais religiosos nos tempos modernos são equivalentes ao crescimento das possibilidades de alterar as “teclas principais e fundamentais em que a vida terá que traçar sua melodia para as gerações futuras” (SDD, 121) (OLIVEIRA, 2013).

Por enquanto, a técnica desperta uma grande discussão sobre sua aplicação em humanos envolve muitas questões éticas, morais e também de segurança. Ainda não existe uma regulamentação específica nessa finalidade sendo a mesma proibida em todos os países que desenvolvem estudos em embriologia humana e que têm a capacidade técnica necessária para a realização de tais pesquisas.

No entanto, em Novembro de 2018, o biofísico He Jiankui, causou grande impacto na comunidade científica mundial ao anunciar a edição de genes de dois embriões, de duas meninas gêmeas. Esse evento que causou grande polêmica em todo o mundo foi possível utilizando-se da técnica Crispr-Cas9, e teria segundo Jiankui, ocorrido de forma segura. Na Conferência internacional sobre edição de genes, em Hong Kong, no mesmo ano, Jiankui explicou que o seu objetivo não era curar ou prevenir doenças

hereditárias, mas tentar criar a característica de resistir a possíveis infecções pelo vírus da AIDS. Os experimentos que levaram a geração de bebês com genoma ‘customizado’ pelo Crispr-Cas9 não constam em publicação oficial revisada criticamente pela comunidade científica, o padrão-ouro de confiabilidade e veracidade para a ciência moderna, o que redobra o olhar crítico acerca da legitimidade do referido experimento (SGANZERLA, PESSINI, 2020).

Uma das grandes questões que envolvem a regulamentação da aplicação do método CRISPR versa sobre a possibilidade do uso de seu mecanismo extrapolar a perspectiva terapêutica e passar a ser usado para editar genes de forma indiscriminada. CRISPR é, portanto, um dos desafios mais importantes apresentados pela ética e pesquisa genética no presente (GOLDIM, 2015).

Dessa forma, torna-se urgente pensar nos rumos que a aplicação desse tipo de tecnologia pode alcançar. O ponto a ser refletido é saber exatamente os limites da técnica. A partir de qual etapa a CRISPR passa a ser um instrumento de eugenia no sentido de se buscar um ser humano perfeito, baseado em padrões e estereótipos sociais. Assim, sucumbindo e alterando o que o homem tem de mais valioso e o que também o identifica como humano – que é o patrimônio genético.

Conceber a ideia de que a edição gênica, em especial a técnica CRISPR não será apenas uma maneira de seleção humana é deflagrar um diálogo causal sobre sua ação no meio científico. Temos como exemplo, pesquisas científicas que caminham para a realização de exames pré-natais que detectem doenças genéticas em embriões. Ao mesmo tempo em que sua aplicação pode revolucionar a qualidade de vida das pessoas com tecnologias tão precisas também pode ser uma arma devastadora com o poder de agir maleficamente sobre o direito à vida e à própria dignidade humana.

A ciência procura, em seus princípios, evitar que abusos sejam impostos aos que à técnica CRISPR, a partir de suas implicações, analisando as consequências morais que podem advir de sua utilização (SGANZERLA, PESSINI, 2020). O homem moderno persegue o novo, mas, após a conquista de tal bem, dele rapidamente se enfastia; insaciável, persegue novos anseios norteados sempre pelo eterno ‘adiamento da satisfação’ (BAUMAN, 2001, p. 37).

Outra questão referente à chamada prática de “Genética Humana” diz respeito aos casais que buscam técnicas de inseminação reprodutiva. A procura por esse tipo de técnica aumentou exponencialmente nas últimas décadas é um fator que tem chamado atenção. A notícia de que a maioria dos brasileiros que recorrem a bancos de sêmen nos Estados Unidos gerou muita discussão sobre racismo e eugenia. Em um país tão miscigenado como o Brasil, se busca esse tipo de padrão lá fora. Entre 2011 e 2016, a importação de sêmen dos EUA para inseminações artificiais no Brasil cresceu 2.625%. Dados preliminares de 2017 já indicam que o crescimento segue. Mas o que mais chama a atenção nesses dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o perfil dos doadores escolhidos: 95% deles são brancos, 52% têm olhos azuis, 64% têm cabelos castanhos e 27% são louros (SBRA, 2018).

Esses dados geram muita discussão sobre os padrões estabelecidos pela sociedade disseminados pelas mídias e pelas publicidades como sendo ideal e superior. A cultura estética ocidental ainda muito influencia o restante do mundo e a supervalorização do “bebê Johnson” que ainda continua sendo objeto de desejo de muitos pais. E isso realmente é assustador. O fato é que a pretensão de banir a contingência e controlar as características genéticas dos filhos “apequena os pais projetistas e corrompe a experiência da paternidade enquanto prática social governada por preceitos de amor incondicional” (SANDEL, 2018, p. 93). Sua crítica é, assim, a de que a determinação dos pais em definir a carga genética dos seus filhos é em si mesma censurável por

desconsiderar uma dimensão da liberdade que consiste na “persistente negociação com aquilo que nos é dado” (SANDEL, 2018, p. 93).

Diante do exposto, é necessário que o homem aja de acordo com o arcabouço da ética e da responsabilidade na manipulação de toda tecnologia que desenvolveu até aqui e pelo que ainda virá. Faz-se evidente que a tecnociência concentra nas mãos humanas um poder inimaginável e que paradoxalmente esse mesmo poder faz perder o controle sobre suas ações tornando o homem um produto de sua própria técnica. Com os adventos e novidades algezes, em breve país que possam pagar pelo serviço poderão comprar os genes de seus futuros filhos escolhendo atributos estéticos e de inteligência, um verdadeiro supermercado genético. O livre mercado para o melhoramento genético aprofundará o abismo entre os estratos superiores e inferiores de nossa sociedade, minará a crença na igualdade de oportunidades e fechará a *válvula de segurança* da mobilidade social ascendente (SCHAAR, 1981, p. 195, *apud* MEHLMAN & BOTKIN, 1998, p.100).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O limite que pode ser dado às técnicas de edição gênica é de suma importância para que sua eficácia seja alcançada de maneira adequada, em prol de uma finalidade legítima na sociedade. Consoante JONAS (2006), em que a ética, de modo geral, tenha algo a dizer sobre o tema da técnica, ou que a técnica esteja submetida a considerações éticas, eis algo que se segue do simples fato de que é ela um exercício do poder humano, e toda forma de ação humana está sujeita a uma avaliação moral. É também uma obviedade que um mesmo poder pode ser utilizado para o bem e para o mal, e que em seu exercício pode-se ocorrer o cumprimento ou a infração de normas éticas.

Os acontecimentos recentes na história ainda têm grandes repercussões e devem deixar a sociedade em alerta sobre uma possível eugenia sofisticada. Em virtude dos eventos de edição de genes por constatar que a humanidade vem assistindo a um ensaio de eugenia disfarçada em discursos científicos inovadores a serviço do bem-estar humano (MAI, ANGERAMI, 2006). Assim, vendo-se a si mesmo e ao mundo como um terreno livre para seus próprios experimentos, o *homo faber* descobre-se livre para recriar a sua própria imagem a partir da ausência de uma imagem pré-definida, seja na forma religiosa seja ontológica de uma natureza própria ou qualquer outro baldrame metafísico constituinte (OLIVEIRA 2013).

O vazio ético aberto pela impactante ação da tecnociência moderna credencia o surgimento de uma ética com poderes e pretensões capazes de regular ao novo curso da ação, quiçá uma nova ética alicerçada em bases imperativas (urgência de um novo imperativo ético e que seja o da responsabilidade e do cuidado) capazes de responsabilizar o agir humano na contemporaneidade pelos seres existentes e futuros e em níveis humanos e extra-humanos. É nesse sentido que JONAS (2006) argumenta em favor da urgência de um novo imperativo ético e que seja fundamentado de precaução e responsabilidade (FONSECA, 2014).

A edição de genes abre a possibilidade de o homem controlar sua própria evolução biológica, provocando assim o esmaecimento das fronteiras daquilo que foi concebido naturalmente e o que foi manufaturado por sua ação. Somente uma ética que responsabilize a sociedade de cumprir seu papel de apontar os valores e os fins como objetivos engendrados e os meios como o que realmente são em sua epistemologia sem transformá-los em fins em si mesmos. A manifestação de sua abrangência planetária e a profundidade de seu comprometimento podem revelar os princípios éticos dos quais permitem deduzir as novas obrigações do novo poder, a heurística do medo. Somente



com a antevisão da desfiguração do homem, chegamos ao conceito de homem a ser preservado (JONAS, 2006, p. 21).

Para nortear as diretrizes necessárias ao entendimento de toda essa temática foram elaborados importantes documentos como a Declaração Universal do Genoma e dos Direitos Humana em 1997, a Declaração Internacional de Dados Genéticos Humanos em 2003 e a Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos em 2005 (UNESCO, 2020). Unidos do mesmo objetivo, esses documentos comportam-se como marcos regulatórios com a finalidade de abordar os desafios éticos emergentes, proporcionando uma reflexão multidisciplinar e multicultural sobre a ética da ciência e tecnologia. O que caracteriza e deve nortear a condução dessa tecnociência é exatamente os fins a que se destinam o seu uso e a reflexão crítica de quais são os limites necessários para que o homem não perca as rédeas de sua evolução. Princípios precaucionais moderados permitem compatibilizar nossos interesses no progresso e na inovação tecnológica em busca da maximização do bem-estar humano com precauções contra riscos catastróficos (SUNSTEIN, 2005; AZEVEDO, 2012).

Sob o ponto de vista filosófico, cabe destacar que as técnicas de edição gênica alteram a concepção do que é natural e do que é socialmente construído, pois envolvem uma redefinição do que antes era circunscrito somente ao domínio da natureza, sem haver intervenção do indivíduo ou da sociedade, sem possibilidade de intervenção nessa conjectura. Observa-se aqui uma questão ontológica, no sentido de que o ser humano se apresenta como “construtor” de sua própria espécie e incute seus valores na própria construção genética. Não existe um modelo de perfeição – esse tão almejado pela sociedade. O respeito à identidade humana é no mínimo inegociável e deve estar ancorado nos princípios éticos que regem a vida.

Segundo BEESON (2000), nesse processo, estamos distorcendo seriamente o propósito histórico da medicina como cura. Estamos criando uma sociedade na qual a deficiência é cada vez mais estigmatizada e, como resultado, a imperfeição humana, de qualquer tipo, torna-se cada vez menos tolerada e suscetível de ser aceita como uma variação normal da humanidade. Em uma visão intrínseca, se a sociedade cada vez mais busca um padrão genético alheio à sua real humanidade, as pessoas com deficiência tornam-se cada vez mais vulneráveis e desvalorizadas no seu direito de plena identidade.

A crítica que a sociedade precisa deflagrar é sobre quais as consequências de um mundo guiado pela eugenia liberal. As intervenções eugênicas visando ao aprimoramento reduzem a liberdade ética na medida em que vinculam o interessado a intenções rejeitadas, mas irreversíveis, de terceiros, impedindo-o da auto percepção espontânea de ser o autor indiviso de sua própria vida (HABERMAS, 2003, p. 63). Quase dois séculos depois do ideário de Galton e suas medições na busca pela excelência humana, será que a sociedade também não está almejando o mesmo modelo de humanidade? Por que recorrer e alimentar um ideal de superioridade que reforça a desigualdade, o racismo e o preconceito com as diferenças? Muitas perguntas que a sociedade do Antropoceno precisa dar conta de responder e resolver.

Assim, a responsabilidade ontológica pela ideia do homem é essencial na compreensão desse novo paradigma. O papel da metafísica como orientadora dessa nova ética para que se extraia do Ser um novo sujeito reiterado de sua conduta acerca das projeções do futuro da humanidade. Quanto mais o homem avança no desenvolvimento da técnica, mas ele almeja esse contínuo efeito retroativo o que contribui para o aumento de suas ambições. Para isso é imperativo que haja prudência e responsabilidade em suas ações para que, em nome de uma tecnologia usada sem limites

não se perca o próprio homem de sua gênese daquilo que o define no arcabouço de toda sua complexidade.

Em meio a essa estrutura amplamente caracterizada pelo desenvolvimento da técnica a sociedade que se constitui extremamente tóxica, carregada de padrões e estereótipos precisa se desconstruir de antigos conceitos engendrados. As pessoas não estão conseguindo reconhecer a si mesmas como autoras de suas próprias vidas nesse ritmo de humanidade editada. “A singularidade de cada ser humano faz com que a todo nascimento surja algo totalmente novo e, potencialmente, capaz de realizar algo inédito” (ARENDDT, 2010, p. 219-226).

No desenvolvimento dos ares do Antropoceno que o homem consiga conscientizar-se de sua responsabilidade diante do futuro e de suas próximas gerações; viver de forma digna e equilibrada reconhecendo seus próprios limites respeitando esse poder tão ávido que detém nas mãos, e que o diferencia de todas as outras espécies. Que seja possível olhar para a vida e refletir sobre a importância de sua diversidade. Não se pode mais no paradoxo de uma tecnociência tolerar a seleção de pessoas por sua aparência ou status social. Os riscos conferidos à humanidade e a liberdade que ela oferece para tornar-se meros produtos da técnica são em suma muito altos. Para lidar com o impacto da tecnologia o ser humano precisa viver um caráter forjado na ética da responsabilidade, reconhecendo o genoma humano como algo intransferível e irrevogável e que por isso nos caracteriza como espécie e nos confere legitimidade. Como visto até aqui, por detrás da sociedade do Antropoceno existe muito mais de eugenia do que se pode imaginar.

## AGRADECIMENTOS

Na realização do referido trabalho agradeço a Deus por me dar saúde e forças para perseverar na pesquisa e nas atividades acadêmicas. Minha família pelo encorajamento e incentivo diários. Ao meu professor orientador João Almeida que sempre acreditou no meu potencial e tem contribuído substancialmente para minha retomada aos estudos.

## REFERÊNCIAS

ARENDDT, Hannah. **A condição humana**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

AZEVEDO, M. A. The precautionary principle, and some implications of its use on the risk and safety of new biotechnologies and human body reengineering. In: DOMINGUES, I (org.). **Biotechnologies and the human condition**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2012.

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Tradução Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BLACK, E. **A guerra contra os fracos**. Tradução T. Magalhães. São Paulo: A Girafa, 2003.

BEESON, D. Social and ethical challenges of prenatal diagnosis. **Medical Ethics Newsletter**. Lahey Clinic, winter/2000.

UNESCO. **Declaração Universal de Bioética e Direitos Humanos**, 2020. URL: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/ethics-brazil>. Acesso em 20.07.2021.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. Rio de Janeiro: Abril Cultural. 1973.

DOUDNA J. Genome-editing revolution: my whirlwind year with CRISPR. **Nature**, n. 528, p. 469-471, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/528469a>

FONSECA, F. **O Pensamento Bioético de Hans Jonas**: filosofia e civilização tecnológica. Ed. IFS, 2014.

GALTON, F. Hereditary talent and character. **Macmillan's Magazine**, v. 12, n. 1865, p. 157-66, 1865.

GONÇALVES, A. B. A eugenia de Hitler e o racismo na ciência. **Prática Jurídica**, 2006.

JONAS, Hans. **O Princípio da Responsabilidade**: ensaio de uma ética para uma civilização tecnológica. Rio de Janeiro: Ed. PUC Rio, 2006.

JONAS, H. **Técnica, Medicina e Ética**. Sobre a prática do princípio Responsabilidade. São Paulo: Ed. Paulus, 2014.

HABERMAS, J. **Die Zukunft der menschlichen Natur**. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik? Frankfurt a/Main: Suhrkamp, 2001.

HABERMAS, J. **The future of human nature**. Cambridge, UK: Polity Press, 2003.

LATOUR, B. **Onde aterrar?** Como se orientar politicamente no antropoceno. Rio de Janeiro: Bazar do tempo, 2020.

MAI, Lilian Denise; ANGERAMI, Emília Luigia Saporiti. Eugenia negativa e positiva: significados e contradições. **Revista Latino-americana de enfermagem**, v. 14, p. 251-258, 2006.

OLIVEIRA, J. R. O homem como objeto da técnica segundo Hans Jonas: o desafio da biotecnologia. **Problemata - Revista Internacional de Filosofia**, v. 4, n. 2, p. 13-38, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7443/problemata.v4i2.16966>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU e o meio ambiente. 2021. Acesso em 12 Jan. 2021. URL: <https://brasil.un.org/>.

SÁ, M. F. F.; NAVES, B. T. O. **Bioética e Biodireito**. 4. ed. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 2018.

SANDEL, M. **Contra a perfeição**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018.

SCHAAR, J. **Legitimacy in the Modern State**. New Brunswick: Transaction Books, 1981.

SINGER, Peter. Fazendo compras no supermercado genético. Piracicaba. Impulso, 2004.

SBRA. Na mídia, importação de sêmen dos EUA para o Brasil causa polêmica. 2018. URL: <https://sbra.com.br/>. Acesso em 12 Jan. 2021.

VILCHES, A., PRAIA, J.; GIL- PÉREZ, D. (2008). O antropoceno: entre o risco e a oportunidade. **Educação: Temas e Problemas**, v. 5, p. 41-66, 2008.

**Luiz Carlos Rodrigues de Jesus**

**Resumo:** Esse artigo apresentou uma revisão de literatura sobre a educação global e o ensino de práticas sustentáveis. A Educação global para a sustentabilidade é uma realidade para o ensino na contemporaneidade, mais do que isso a defesa do meio ambiente não é apenas para a educação e sim para a defesa e preservação da vida. A mudança climática é mais do que um problema ecológico. Os efeitos das mudanças climáticas não afetam apenas o clima, eles afetam os habitats, as condições de vida e a vida de todas as pessoas, especialmente das crianças. É mais que tempo de todos nos juntarmos aos ativistas, reconhecer os graves efeitos das mudanças climáticas e nos opor às mudanças climáticas. Concluiu-se que se pudermos garantir às crianças condições de vida seguras e sustentáveis, também poderemos realizar os direitos das crianças e proporcionar às crianças um futuro sustentável e seguro.

**Palavras-chave:** Práticas sustentáveis. Educação. Crianças.

## **INTRODUÇÃO**

O mundo está se transformando de forma constante e rápida, fazendo com que não tenhamos apenas mudanças pontuais e sim uma mudança de época, essa deve ser acompanhada de maneira constante pelas instituições de ensino para que estes acadêmicos possam estar preparados e atualizados de forma condizente com o mercado no qual estão inseridos, para que o processo de educação formal continue a ter seu significado no mundo atual.

Assim, ao longo da presente década está sendo discutida a questão da adoção de uma educação global. Foi inclusive desenvolvido um manual de "Diretrizes para a Educação Global", desenvolvido em 2008 pela Semana de Educação Global, em coordenação com o Centro Norte-Sul do Conselho da Europa oferecendo conceitos, metodologias, recursos e critérios de avaliação na educação global para educadores e decisores políticos em educação.

O papel da educação global visa incorporar o sujeito em uma dada sociedade contendo diferentes padrões culturais e características que tornam o sujeito um ser totalmente mudando, e é por isso que ao longo da história o homem não tem comportado da mesma maneira e nem tem se educado da mesma forma em diferentes momentos.

Ao longo dos anos, a educação adquiriu conhecimentos com diferentes formas de aprendizagem, ou seja, pedagogia e educação evoluíram e continuam a evoluir porque os dois estão ligados a seres humanos e sociedade e como o indivíduo quer ter mais educação e viver com mais conhecimento do mundo, deve evoluir com ele e a sociedade que cada dia é mais conectada e inter-relacionadas, independentemente das fronteiras ou situações sociais (LIBÂNEO, OLIVEIRA, TOSCHI, 2012).

É objetivo deste artigo, analisar a Educação Global e o ensino de práticas sustentáveis.

## **DESENVOLVIMENTO**

A Globalização seria entendida como um fenômeno de dimensões globais, focado claramente na possibilidade de as nações envolvidas comercializarem seus produtos, sem que limitações de fronteiras e alfândegas seja um obstáculo intransponível. No entanto, é necessário avaliá-lo em sua prática real, já que nem todos os países envolvidos nessa equação comercial têm as mesmas condições, então, mais cedo ou mais tarde, os países mais poderosos acabam sendo muito mais beneficiados. Melhores vantagens são aquelas que de alguma forma colocam as regras do jogo (CORTELLA, 2015).

Desta forma, outra característica importante que a Globalização persiste vem à tona: que as regras de transações e condições são dadas pelo próprio mercado e seus participantes, e não pelos estados dos países envolvidos. Assim, a globalização seria definida não apenas como um fenômeno econômico, mas como um mecanismo totalmente liberal, em que o Estado não é contemplado em sua natureza norteadora, mas como mero fator, que não intervém de maneira importante no novo cenário do Estado. O comércio mundial, que visa estabelecer-se como um espaço paralelo (MITCHELL, 2015).

Revistos estes conceitos, entre muitos dos que existem, pode-se notar então que a Globalização é primariamente um processo regido por uma lógica liberal, visando a uma troca econômica, que busca os melhores lucros com restrições e obrigações mínimas às autoridades de os diferentes territórios onde está envolvido. Visto dessa maneira, pode-se dizer também que a globalização é um fenômeno distintamente capitalista. Esta afirmação, que é aceita por

algumas correntes com orgulho e em outras aberrações de esquerda, deixaria a encenação de que a principal motivação da Globalização é a venda e compra de bens, além do território onde está circunscrito. No entanto, considerar a tarefa de vender um único produto entre a grande diversidade de culturas e costumes exercida pelos cidadãos do mundo parece ser uma ideia impossível. A menos que, por meio de plataformas comunicacionais e tecnológicas, se conceba a ideia de criar um espaço virtual onde às pessoas que o acessam passem a seguir o mesmo padrão ou modelo de vida (CORTELLA, 2015).

Assim, a troca ocorreu através de várias plataformas de mídia e tecnologia, como a internet, naturalmente, produz um processo de contato e intercâmbio cultural entre cidadãos de diferentes nacionalidades (BALL, 2014). Os mecanismos de comunicação criaram uma espécie de homogeneização dos gostos, tendências e necessidades, que, em seguida, produz o modelo da aldeia global, que vai vender o produto concebido, independentemente da categoria que ocupa este cidadão a nível: cultural, social, material, tecnológico, etc. (CORTELLA, 2015).

Em meio a essa comunicação e luta cultural de uma sociedade industrializada e globalizada busca-se compreender as bases para formar o novo cidadão da aldeia global. Por um lado, é importante notar que a corrida para adicionar mais e mais consumidores para o comércio espaço virtual tem permeado a Educação, que, sob o pretexto de manter-se com a nova tecnologia torna-se um lugar ideal para ensinar a consumidor futuro as ferramentas que lhe permitirão integrar-se à aldeia global à qual ele pertencerá (BALL, 2014).

Em segundo lugar, é importante que quando se fala de educação num mundo globalizado, pense dos grandes benefícios que poderiam ser gerados nas aldeias mais remotas ou má aplicação de ferramentas e técnicas de educação à distância. No entanto, seria ingênuo esquecer que dentro da lógica do capitalismo tudo é mercadoria. Assim, a educação virtual é criada para trabalhar com e através de ferramentas de tecnologia e comunicação também tem um custo, que busca gerar maiores lucros para os seus criadores, mesmo que no mundo real a educação seja um direito humano (MITCHELL, 2015).

Em referência a isso, também destaca e não apenas em relação à Educação, o enorme fosso entre os países industrializados, que formam parte do concerto da globalização, contra aqueles que pela escassez de recursos financeiros e tecnologia simplesmente não participam da globalização. No entanto, a globalização também funciona porque de alguma forma, os cidadãos que fazem parte desta aldeia virtual e não pode ver os outros cidadãos que não estão integrados neste sistema, enquanto eles entendem que o único modelo de vida possível é que levantaram por este mecanismo do qual eles fazem parte, como algo natural (BALL, 2014).

Assim, mesmo que alguns podem interpretar - por ferramentas e globalização tecnologias como uma demonstração de alta educação, algumas escolas de pensamento são enfáticas em apontar como a aprendizagem se originou a partir de diferentes mídias educacionais em tecnologias de manuseio foi friamente planejado por setores globalizados, longe de perseguir realmente uma democratização da informação e media (LIBÂNEO, OLIVEIRA, TOSCHI, 2012).

Os consumidores do mundo vivem um processo de homogeneização, o que permite mais facilmente calcular os efeitos e comportamentos de mercado que vêm para garantir lucros máximos, o objetivo final deste processo. A educação global aumentou consideravelmente em importância e destaque nas últimas duas décadas. Os alunos não

apenas são chamados para aprender sobre o mundo por meio de novas tecnologias, mas também interagem com ele. A integração total no século 21 colocou uma nova importância na compreensão de outras culturas para a nossa. Novas tecnologias estão colocando pessoas distantes a um clique de distância (MITCHELL, 2015).

O Japão, por exemplo, vem trabalhando em um plano piloto revolucionário chamado "Futoji no henko", que propõe uma mudança conceitual que quebra paradigmas e treina crianças como "cidadãos do mundo", não como japoneses. Dá um papel preponderante ao que conhecemos como Educação Global (LEITE, 2017).

## **A Educação Global**

A Educação Global prepara os jovens para entender e interagir em um mundo que é culturalmente diversificado e interconectado. Seu conteúdo inclui o estudo de culturas e religiões do mundo, literatura mundial, a interligação da história mundial, questões globais, os sistemas econômicos, tecnológicos, ambientais e políticas globais, os atores globais não estatais e as competências interculturais comunicação (BALL, 2014).

Muitos podem confundir "educação global" com "estudos internacionais". Eles estão relacionados, mas há diferenças importantes. Estudos internacionais poderiam ser chamados de "o avô de educação global". Estudos internacionais têm maior probabilidade de encontrá-los em universidades e muitas vezes são dominados pela ciência política. Em vez disso, a "educação global" foi desenvolvida principalmente na escola, como um esforço para ensinar os jovens sobre o seu mundo globalmente conectado. Ele se concentra em ensinar os alunos a ver o mundo através de múltiplas perspectivas de diferentes pessoas e endereços estereótipos sobre o outro (LEITE, 2017).

A "educação global" pode ser adicionada aos currículos com foco no conceito de conexão, reconhecimento global (os elementos comuns que todos os seres humanos partilham), e a compreensão de como as fronteiras nacionais tornou-se praticamente irrelevante para muitos players globais, desde corporações multinacionais para os poluidores ou terroristas (MITCHELL, 2015).

As bases da educação global deve ser formar alunos na base existencialista, seres reflexivos, capazes de pensar globalmente para solucionarem problemas de uma aldeia global. Uma das maneiras mais eficazes de aplicar a educação global na sala de aula e em todos os níveis da escola é, em primeiro lugar, ensinar contra estereótipos, o que pode ser considerado "exótico" e a simplificação de outras culturas, e os problemas que o planeta enfrenta (MITCHELL, 2015).

Sejam no ensino de diversas culturas locais, culturas mundiais, literatura, estudos ambientais, a história de cada país e do mundo, os educadores em todo o mundo devem quebrar estereótipos e questionar as imagens do "exótico" "Que os alunos tragam com eles na sala de aula". Devem ser desenvolvidas aulas nas quais conceitos errôneos sejam substituídos por informações sobre a complexidade das culturas, conflitos culturais e questões globais. Isso ensinará aos alunos as habilidades de pensamento crítico para que os alunos aprendam a desafiar as generalizações. A identificação do conhecimento prévio dos alunos, bem como os estereótipos e imagens da cultura ou do país em estudo são considerados por muitos



educadores, para dar um primeiro passo no planejamento de uma nova unidade temática (LEITE, 2017).

Trabalhar com as diretrizes da educação global, embora não seja complicado, requer muitos instrumentos materiais e adequados para fazê-lo. A maioria dos professores considera fácil adicionar várias perspectivas àquelas que já estão ensinando. Portanto, se um professor estiver ensinando sobre um evento histórico, as fontes primárias podem ser usadas para que os alunos examinem as perspectivas de diferentes pessoas nessa experiência (BALL, 2014).

Ou, se o professor estiver ensinando sobre os eventos atuais, peça aos alunos que comparem jornais on-line de diferentes países em um determinado evento ou questão. Em uma aula de português, podem-se procurar diferenças culturais dentro de um país como o Brasil para neutralizar os estereótipos e alcançar a complexidade da etnia, classe e geografia. Não existe uma fórmula única para implementar a educação global em uma instituição escolar, porque cada escola e / ou universidade é um mundo separado, e seus membros podem ter diferentes perspectivas do mundo, ou mesmo de sua região. O importante é começar tendo em mente que somos cidadãos de um planeta e que o que fazemos afeta a todos e a tudo nesta casa que conhecemos como "Terra" (LIBÂNEO, OLIVEIRA, TOSCHI, 2012).

A educação é o instrumento essencial e vital para a transformação total da própria sociedade. Instrumento onde quebra as correntes, os preconceitos, a ignorância, a escravidão, a exploração, as desigualdades, os abusos, a violação e a criminalidade. É por isso que temos que enfatizar a importância da educação. Na filosofia existencialista, o mais importante é a reflexão que é feita da vida humana e sua existência, onde há muito a entender como o mundo e a natureza que torna a nossa vida mais agradável (MITCHELL, 2015).

É claro que a existência humana é efêmera e fragmentária e que é capaz de angustiar-se com o conhecimento do nada. Agora é possível entender melhor os conceitos de vida, vivos, existentes, morte entre outros, uma vez que esses conceitos são usados diariamente e às vezes não sabemos o que eles significam (LEITE, 2017).

A filosofia é de grande importância para entendermos a existência humana, pois desde tempos imemoriais o homem tem se esforçado para filosofar e questionar a sua existência neste mundo, razão pela qual entendemos o que significa existir é bom saber para desfrutar do que temos e como tirar o máximo proveito da vida, sem cair em pessimismo existencial. Ensinar, aprender e adquirir conhecimento é as palavras que são dadas dentro de uma sala de aula e nas quais o professor e o aluno participam respectivamente. A educação global é o ponto de vista para refletir, criticar e transformar a educação e é articulada não apenas a partir da teoria, mas da prática. Para isso, a educação global tem como um objeto de estudo de fenômenos e multidiferenciais complexos abrange o conhecimento de outras ciências e disciplinas para ajudar a entender e compreender a educação no contexto histórico, sociológico, psicológico e político, entre outros (BALL, 2014).

A educação global deve ser perpetuada em instalações de qualidade, materiais e tendo por base o uso de ferramentas de qualidade, mas acima de tudo com um corpo docente de qualidade. Não deve haver nenhum tipo de distinção social no momento de receber educação. Dentro desse cenário, os professores têm uma obrigação social de apoiar economicamente os estudantes e de os alunos estudarem independentemente do seu poder de compra. Deve ser uma prioridade, o tratamento personalizado de cada aluno, apoiando, complementando ou explorando as diferentes qualidades de cada um. Os professores devem ser capazes de

valorizar uma educação que, em diferentes aspectos, é e será boa e apoiará suas melhorias (LEITE, 2017).

Se os professores criarem clima necessário para a motivação, os alunos entenderão a educação como algo que gera oportunidades. Assim, temos que valorizar a crítica como um instrumento fundamental para o progresso, como um elemento que ajuda a melhorar e tornar os indivíduos capazes de expressar suas opiniões sobre tudo. (LIBÂNEO, OLIVEIRA, TOSCHI, 2012).

A educação global tendo como base o existencialismo deve ser uma geradora de oportunidade para aqueles alunos que estão afastados dos grandes centros. A educação deve ser cooperativa, pois educar em cooperação fará de nossos filhos uma geração que entende o trabalho em equipe, que a solidariedade e o esforço compartilhado são uma maneira de agir em qualquer aspecto de nossas vidas. A educação global deve ser baseada no respeito, este é o principal aspecto sobre o qual devemos basear qualquer sociedade é o respeito. A educação global deve ser moderna, a educação que ensinamos nas escolas deve estar intimamente relacionada com as mais recentes teorias pedagógicas, sociais e outras (SÁ; MESQUITA, 2008).

Para poder falar sobre a pedagogia existencialista dentro da educação global, devemos primeiro ser claros sobre o conceito de existencialismo. Este foi um movimento que se desenvolveu no século XIX e, como o nome indica, buscou o significado do SER, do irracional segundo os filósofos. Esses filósofos focalizaram a análise da condição de existência humana, liberdade e responsabilidade. Avaliando o indivíduo e as suas emoções, bem como o significado da vida (ZIRFAS, 2001).

A educação existencialista dá um valor muito importante aos seguintes aspectos: emocional, afetivo e sensível. Recomenda uma proposta em que as artes e as humanidades desempenhem um papel muito importante, pois nela os aspectos estéticos, emocionais e morais do homem são vistos com mais clareza (BALL, 2014).

É este tipo de pedagogia que ainda se aplica no mundo moderno é uma pedagogia mais didática a observá-la a partir do ponto de vista das artes, mas não devemos concentrar apenas sobre este aspecto emoções para tornar o homem um ser totalmente sensível ao seu ambiente, as mudanças emocionais influenciam a aprendizagem da criança para o idoso, é por isso que a pedagogia existencialista é uma pedagogia dependente, depende simplesmente do estado de espírito em que a pessoa está, embora não só dependa desse fator, o fator estético corporal influencia a aprendizagem do indivíduo, a figura externa torna diferentes comportamentos que são gerados por uma pessoa com autoestima nos padrões normais não adquirir a mesma informação que uma pessoa que tem baixa autoestima, já que amar a si mesmo ou não também influencia o conhecimento (RAVICH, 2013).

A partir desse modelo pedagógico, a educação é entendida como um sistema de intervenções através de atos, sobre propriedades, situações, emoções e processos humanos, com o objetivo de obter modificações neles. Tais intervenções e modificações são realizadas dentro de um contexto ideológico e utópico que reside na cultura da civilização para a qual ela é educada. Para isso, imaginação, criatividade e liberdade de pensamento são muito importantes neste modelo pedagógico (BALL, 2014). Potts (2019) levanta a questão do meio ambiente, ensino e tecnologia. As tecnologias podem ser aliadas para a defesa do meio ambiente. Alguns exemplos são a previsão de incêndios florestais, a reciclagem de

determinados materiais ou a utilização de fontes alternativas de energia. A previsão e extinção de incêndios florestais é realizada por meio de satélites artificiais. Os métodos modernos de detecção tornam possível detectar a presença de incêndios logo após sua ocorrência. A reciclagem de determinados produtos, como vidro, papel, etc., pode evitar a sobreexploração de algumas matérias-primas (madeira, etc.). As fontes de energia renováveis, como a solar, eólica ou geotérmica, não se esgotam e, em geral, poluem menos do que as fontes não renováveis, como o carvão ou o petróleo. Impacto social da tecnologia. O homem é o gestor, executor e principal destinatário do desenvolvimento tecnológico. Portanto, a tecnologia deve ter como objetivo servir ao homem, mas tomando-o como ser social, visto que o que pode ser benéfico para poucos pode ser prejudicial para a maioria. Entre as consequências produtivas estão: Torna a comunicação muito mais fácil. É possível conhecer e interagir com muitas pessoas de todo o mundo. A busca de informações torna-se muito mais fácil, sem ter que recorrer à força às bibliotecas tradicionais. É possível encontrar muitos pontos de vista diferentes sobre algumas notícias. É possível criar e baixar software livre devido às suas ferramentas colaborativas. O computador é atualizado periodicamente com mais facilidade do que se não tivéssemos internet. É possível encontrar suporte técnico de todos os tipos em qualquer ferramenta ou processo. O rastreamento de informações em tempo real é possível pela Internet. É possível comprar facilmente em outras lojas em outros países. É possível compartilhar muitas coisas pessoais ou conhecimentos que podem ser úteis para outra pessoa e, dessa forma, torna-se muito útil.

### **O direito das crianças e o meio ambiente**

Os direitos humanos são seriamente afetados pelas mudanças climáticas, mas as crianças e os direitos humanos das crianças são os que mais preocupam. A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos da Criança é o tratado de direitos humanos mais universalmente ratificados no mundo. É também um dos mais completos, pois abrange tanto os direitos civis e políticos, como os socioeconômicos e culturais. Esta pesquisa examina os direitos consagrados na Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos da Criança à luz dos efeitos das mudanças climáticas. Ele identifica quais direitos das crianças são mais afetados pelas mudanças climáticas. Para fazer isso sistematicamente, os direitos deste convênio foram categorizados em quatro grupos: direitos que satisfazem as necessidades básicas (direito à vida, direito à saúde, direito à água, direito à alimentação e direito à moradia); direitos específicos da criança (direito a ser cuidada pelos pais, direito à educação, direito a brincar e direito ao lazer e acesso à cultura); direitos de participação (direito à participação ativa, direito à liberdade de expressão, associação e reunião, responsabilidade e direito a um recurso efetivo); e direitos civis e políticos (direito à nacionalidade, direito ao registro de nascimento e direito à preservação da identidade, direito à proteção igual contra a discriminação, direito à privacidade e à vida familiar e direito à propriedade) (CABALLERO, 2013).

De acordo com Caballero (2013) os direitos da criança não são menos afetados pelas mudanças climáticas do que os adultos. As crianças compartilham muitos dos mesmos direitos dos adultos, mas têm direito a um número de direitos específicos também. Eles são particularmente vulneráveis e dependentes dos cuidados de adultos. Este é a razão pela qual eles também têm direito a um número de direitos adicionais e particulares que reconhecem

sua necessidade especial de proteção (direito de brincar, ao ensino fundamental, de ser cuidado pelos pais, de ser gratuito trabalho perigoso e lazer). A mudança do clima afeta o direito das crianças à vida, saúde e alimentação ou habitação, mas também tem consequências menos visíveis pelos direitos da criança, como os derivados da morte ou abandono dos pais após eventos climáticos extremos. As crianças geralmente são membros de uma família e da comunidade. Portanto, a violação de os direitos humanos das crianças ocorre não apenas por causa de violações diretas dos direitos particularmente atribuídos aos filhos, mas também por causa de violações de família direitos ou violações dos direitos das comunidades onde as crianças vivem. A mudança climática levanta uma miríade de ameaças para crianças. Diferentes fenômenos climáticos têm diferentes efeitos sobre os diferentes direitos humanos que as crianças devem desfrutar.

A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos de a criança é provavelmente o primeiro tratado universal para incluir várias referências ao meio ambiente. Em seu preâmbulo, a convenção afirma que o natural ambiente merece proteção para o crescimento e bem-estar dos membros da sociedade e, em particular, das crianças. No artigo 24, a convenção aborda o direito à saúde e aos serviços de saúde, bem como informações para ajudar as crianças a se manterem saudáveis. O meio ambiente também é mencionado no artigo 29, como um dos objetivos da educação infantil. A mudança climática tem o efeito amargo de demonstrar que todos os direitos humanos são indivisíveis, interdependentes e inter-relacionados, e que não existe tal coisa como direitos principais e secundários.

O Comitê dos Direitos da Criança teve a oportunidade de lidar com as responsabilidades dos Estados em relação aos efeitos da mudança climática em suas Observações Finais sobre África do Sul, Jordânia e Equador. No primeiro caso, o Comitê expressou sua preocupação com o meio ambiente degradação do país, especialmente a poluição do ar. No segundo caso, o Comitê recomendou que Jordan tomasse medidas apropriadas - inclusive por meio de cooperação - para prevenir e combater os efeitos prejudiciais da poluição ambiental. No terceiro caso, o Comitê notou impacto negativo do fenômeno climático chamado de 'El Niño', como uma sub-consequência das mudanças climáticas, teve sobre os setores mais vulneráveis da população e, principalmente, as crianças. Artigo 24 da Convenção sobre os Direitos da Criança exorta os Estados a cooperar. À luz de esta disposição, o Comitê dos Direitos da Criança recomendou que o Equador buscasse cooperação internacional para combater e prevenir os efeitos prejudiciais do meio ambiente degradação. O Comitê tem demonstrado preocupação com o alto risco para crianças do Equador originadas de explorações de petróleo na região da Amazônia (CRC, 1988, p.29).

Embora nenhum direito explícito à proteção do clima esteja consagrado na Convenção sobre os Direitos da Criança, a implementação de medidas prejudiciais ao clima ou a omissão de medidas de proteção do clima violam essencialmente os direitos das crianças. Os efeitos dramáticos das mudanças climáticas já se refletem em mudanças significativas na temperatura, precipitação e aumento do nível do mar. A frequência e a intensidade dos riscos e perigos climáticos, como inundações, secas, eventos climáticos extremos, a propagação de doenças, derretimentos glaciais e permafrost estão aumentando constantemente. Isso cria ameaças à economia, ao abastecimento global de água, aos recursos agrícolas, aos ecossistemas, à saúde e à silvicultura.

Esses efeitos das mudanças climáticas colocam em risco os direitos da criança (Artigo três CDC), vida (Artigo seis CDC) e saúde (Artigo 24 CDC) e condições de vida dignas (Artigo 27 CDC). Além disso, as mudanças climáticas afetam a proteção de longo prazo das minorias étnicas (Artigo 30 da CDC). Frequentemente, eles são particularmente afetados pelas mudanças climáticas, como os inúteis pelo derretimento do gelo no Ártico. Indiretamente, as mudanças climáticas podem afetar muitos outros direitos das crianças, como o direito à educação (Artigo 28 CDC) se as escolas forem destruídas ou suas famílias não puderem mais frequentar a escola por causa das consequências financeiras das mudanças climáticas. Em conexão com todas essas ameaças, a realização dos direitos das crianças (Artigo quatro da CDC) não pode ser garantida. (Guillemot / Burgess) visto que a Convenção sobre os Direitos da Criança obriga os Estados-Membros a proteger os direitos das crianças, eles violam a Convenção se não tomarem, na medida do possível, as medidas adequadas para combater as alterações climáticas.

Os direitos de primeira, segunda e terceira geração são igualmente afetados pelos fenômenos do aquecimento global. Da mesma forma, a privação de um direito afeta adversamente os outros. A mudança climática interfere com todos os direitos humanos reconhecidos internacionalmente. Este também é o caso relativo aos direitos da criança. As quatro categorias de direitos que foram extraídos da Convenção sobre os Direitos da Criança são afetadas de forma semelhante por as implicações adversas das mudanças climáticas. (CRC, 1988).

## CONCLUSÃO

A Educação global para a sustentabilidade é uma realidade para o ensino na contemporaneidade, mais do que isso a defesa do meio ambiente não é apenas para a educação e sim para a defesa e preservação da vida. A mudança climática é mais do que um problema ecológico. Os efeitos das mudanças climáticas não afetam apenas o clima, eles afetam os habitats, as condições de vida e a vida de todas as pessoas, especialmente das crianças. É mais que tempo de todos nos juntarmos aos ativistas, reconhecer os graves efeitos das mudanças climáticas e nos opor às mudanças climáticas. Somente se pudermos garantir às crianças condições de vida seguras e sustentáveis, também poderemos realizar os direitos das crianças e proporcionar às crianças um futuro sustentável e seguro. E estamos empenhados em garantir que os direitos dessas crianças, que foram estabelecidos na Convenção sobre os Direitos da Criança há 30 anos, não só tenham um caráter simbólico, mas sejam implementados hoje e no futuro.

A última mudança é sem dúvida o desafio mais sério enfrentado pelo mundo nos últimos tempos. Seus efeitos são projetados para longo prazo e impactarão as gerações futuras. Espera-se que as crianças com toda a vida pela frente e as gerações que ainda não nasceram sofram o impacto das mudanças climáticas de longo prazo. Em meio à literatura existente, há uma notável falta de atenção dada às crianças, seus pontos de vista sobre as mudanças climáticas e seus (e das gerações futuras) direitos intergeracionais a um futuro ambiental viável. As vozes das crianças merecem ser ouvidas. Eles representam o elo entre as gerações atuais adultas e não nascidas e são a nossa conexão mais próxima com as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

BALL, S. J. Educação Global S. **As novas redes de políticas e o imaginário neoliberal**. Ponta Grossa, Brasil: UEPG, 2014. 270 p.

CABALLERO, S. S. Children's rights in a changing climate: a perspective from the United Nations Convention on the Rights of the Child. **Ethics Sci Environ Polit**, v. 13, p. 1-14, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3354/esep00130>

CORTELLA, S. M.. **Qual é a tua parte?** 10 ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

COMMITTEE ON THE RIGHTS OF THE CHILD (CRC). **Concluding observations:Ecuador**, Geneva: UNESCO, 1998.

CRESWELL, J. W. **Research Design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods**. 4. ed. Thousand Oaks, 2014.

GIL, AC. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2011.

LEITE, P. P. **Educação Global e museologia social: Experiências do sul global sobre desenvolvimento sustentável**. URL: <http://recil.grupolusofona.pt/bitstream/handle/10437/8156/Educa%c3%a7%c3%a3o%20Global%20e%20museologia%20social.pdf?sequence=1>.

LIBÂNEO, José Carlos; OLIVEIRA, João Ferreira; TOSCHI, Mirza Seabra. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização**. Cortez, 2017.

MARANDOLLA JÚNIOR, E. Da existência e da experiência: origens de um pensar e fazer. **Caderno de Geografia**, v. 15, n. 24, Belo Horizonte, 2005.p. 49-67.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MITCHELL, T. **Aprendizado de Máquina**. McGraw-Hill, 2015.

POTTS, J. Futurism, futurology, future shock, climate change: visions of the future from 1909 to the present. **PORTAL Journal of Multidisciplinary International Studies**, 15:1/2, 2018, pp. 99-116

RAVITCH, D. **Reign of error: the hoax of the privatization movement and the danger to America's public schools**. New York: Basic Books, 2013.

SÁ, C.; MESQUITA, L. Desempenho de futuros professores na planificação de situações de ensino/ aprendizagem do Português à luz da educação global. Desenvolvimento curricular e didáctica. Vol. 10. N.1. 2018.

ZIRFAS, J.. Ética global como ética glocal. **Educ. Soc.**, v. 22, n. 76, p. 11-46, Oct. 2001.


## Capítulo 8


# EDUCAÇÃO E ARTE: ABORDANDO O PREPARO DA MANIÇOBA POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO

Igor Martins Santos, Valéria Cristina da Costa

**Resumo:** A mandioca é uma importante aliada no combate à fome, potencialização da economia e soberania alimentar. A partir desta planta, vários pratos são preparados, dentre eles a maniçoba, em que as folhas de mandioca são trituradas, cozidas e misturadas com condimentos, especiarias e outros itens comuns em feijoada. O objetivo deste artigo é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramático referente à maniçoba. O texto foi escrito usando-se técnicas do *Storytelling*, com a construção da premissa, caracterização dos personagens, redação do *plot* e do *storyline* e escrita da versão final. Ele se refere a uma família indígena que deseja manter seus saberes tradicionais, apesar dos desafios encontrados quando vão morar em outro local. Considerando-se tal texto, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre maniçoba e mandioca.

**Palavras-chave:** Mandioca. Maniçoba. Teatro Científico. Divulgação científica.

I. M. Santos (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.  
igor.martins@ufvjm.edu.br

V. C. da Costa (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022



## INTRODUÇÃO

A mandioca conhecida também como macaxeira, aipim, mandioca-mansa, mandioca-brava, maniva, castelinha, pão-de-pobre, uaipi, maniveira, dentre outros, é uma planta pertencente à ordem *Malpighiales*, família *Euphorbiaceae*, gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz (MATTOS *et al.*, 2006). Pode ser cultivada nas diferentes regiões do Brasil, isso porque a mandioca se adapta aos mais diversos ecossistemas, o que facilita sua propagação em todo o mundo (MARCON, 2004). Essa adaptação a diferentes tipos de solos e climas fornece à mandioca um patamar jamais alcançado por algum outro alimento, tendo um alto reconhecimento mundial (EMBRAPA, 2017a) e sendo uma importante aliada no combate à fome, potencialização da economia e soberania alimentar.

A origem da palavra mandioca provem de uma lenda indígena milenar, narrada por Couto Magalhães em 1876. A lenda retrata a morte de uma pequena menina, filha de um casal indígena, que nasceu com a pele branca, tom de pele diferente do tom de pele do seu povo, e que foi batizada com o nome de Mani. Ainda quando criança, Mani ficou muito doente e veio a falecer. Seus pais ficaram devastados com sua partida precoce e optaram por enterrá-la dentro de sua própria oca, para se manterem perto do corpo da pequena menina. Eles passaram dias chorando sobre o túmulo de Mani até que, certo dia, nasceu uma planta sobre o túmulo da indiazinha, planta essa que era desconhecida por todo aquele povo e que possuía raízes tão brancas quanto a pele de Mani. Reverenciando a pequena Mani, deram à planta um nome formado a partir da junção de Mani (nome da criança) e oca (moradia indígena onde a pequena foi enterrada). Com o passar do tempo, adaptando à cultura linguística daquele povo, o nome passou a ser mandioca (SOUTO MAIOR, 1988).

A mandioca (FIGURA 1) é uma planta arbustiva, tem abundância de galhos, seu tronco cilíndrico pode variar de 1 a 5 metros de altura e pode apresentar diferentes colorações, a depender do tipo, tempo de plantio e cultivo. Suas raízes possuem cascas amarronzadas e interior branco e têm variados tamanhos de comprimento e diâmetro, dependendo do solo e condições de plantio (PINDORAMA, 2021).

Figura 1 – Plantação de mandioca na Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG.



Fonte: Igor Martins (2021)

A produção de mandioca pode ser encontrada em quase todos os municípios brasileiros, no entanto, a concentração maior de plantio desse rico alimento se encontra nas regiões Norte e Nordeste do país. Em novembro de 2020, a mandiocultura estava distribuída da seguinte forma no território brasileiro: Norte - 38% do cultivo; Nordeste - 17,9%; Sul - 24,2%; Sudeste - 11,9% e Centro-Oeste - 7,7% (DERAL, 2020). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2021, se estimava a produção de mandioca em cerca de 18,80 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 1,24 milhão de hectares (CONAB, 2021).

A mandioca foi eleita pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o alimento do século 21. Isso se deu por vários motivos, desde a sua versatilidade nas cozinhas e indústrias mundiais, passando pela adaptação no plantio, até seu valor nutritivo (EMBRAPA, 2017b).

Desde a produção para consumo próprio feito pela agricultura familiar, até as grandes plantações que movem a economia brasileira, a mandioca além de desempenhar um papel cultural no nosso país, ainda está alçada a constante geração de emprego e renda, especificamente nas regiões mais pobres do Brasil. Diferentemente das plantações para consumo próprio, na maioria das vezes desenvolvidas por povos originários através de saberes que perduram por gerações, desde análise de lua, até tempos de chuva e colheita, para as grandes plantações, se faz necessária a adoção do uso de tecnologias como maquinário para aragem de terras, adubação e irrigação, a fim de turbinar a produção e consequentemente a gerar empregos (NONATO, 2019).

Pelo conhecimento empírico, muito se sabe sobre a interferência das fases da lua, tanto na plantação quanto na colheita, no entanto, ainda são poucos os estudos acadêmicos acerca dessa temática. Sabe-se que o ideal é começar a plantação da mandioca na lua nova, isso porque a seiva da planta está concentrada nas raízes, fortalecendo e aumentando a produção no pé de mandioca (THUN, 2005). Sobre a influência da lua nova no plantio, Santos e Ferreira (2011) destacam que

o agricultor e produtor de leite Nereu acredita que [...] para plantar mandioca e arroz, a lua ideal para esse plantio é a lua nova de setembro para que as raízes fiquem grossas e os ramos fiquem finos, no arroz carrega mais os cachos, ou seja, a produção será maior em uma área menor (SANTOS; FERREIRA, 2011, p. 06).

Adotada por comunidades pobres, a mandioca se torna a principal fonte de renda e alimento para esses povos. É uma planta resistente a longos períodos de seca e de grande propagação, isso faz com que ela seja uma das últimas culturas abandonadas pelos pequenos agricultores. A mandioca é divina, vista como a mais brasileira das culturas, um alimento abençoado que, para os povos indígenas, carrega um grande valor existencial pois, para esses povos, o alimento não serve só para alimentar o corpo, mas para alimentar também a alma (XAVIER *et al.*, 2020).

De acordo com o chefe gastronômico Alex Atala (PORTAL G1, 2021a), “a mandioca não é só um alimento ultra versátil presente em muitos momentos da história do Brasil e na mesa dos brasileiros, mas ela também resume cultura. A mandioca é a espinha dorsal, é a raiz do Brasil”. Um alimento que permite diversas formas de preparo, popular na cultura e culinária brasileira que, desde a colonização, se faz presente e, ainda hoje permanece na mesa dos brasileiros.

Para o cultivo desse alimento, as comunidades tradicionais colocam em prática os conhecimentos que lhes foram passados ao longo de gerações. Essas técnicas, embasadas pelos saberes próprios, são difundidas pelo contato direto com a natureza. Importante destacar ainda que os povos tradicionais são guardiões de uma boa parte de saberes sobre

a diversidade biológica conhecida hoje pela humanidade (DIEGUES *et al.*, 2000). Sobre os diversos usos que este alimento possibilita, Daniel (2004) destaca o seguinte:

É tão admirável a sua planta que não tem cousa que não tenha sua especial serventia, porque o seu pau ou haste serve para planta, sua folha que chamam de maniçoba é excelente para cozer com carne, peixe, e qualquer outro guisado, a que dá muita galantaria, mais que a couve no óleo, e com o bom efeito de ser aperiente, e purgativa como o sene. A mesma aguadilha que lança na prensa, a que chama tucupi, veneno refinado comido cru, como também a mesma raiz comida sem ser espremida, cozida é um excelente tempero nos guisados, aos quais, dá uma especial galantaria; e por isso a carne e peixe cozido em tucupi tem mais graça; e os índios e ainda os brancos de ordinários não o perdem, só pela muita quantidade quando fazem fabricas de farinha. A mesma pilheria tem usado por molho de carne, ou peixe. As coreiras, que são como farelos, que alguns bocados que saem da roda, ou moenda, por já se lhes não poder pegar, guardados são ótimas comida para galinhas, e cochinos. Há muitos índios que, como já dissemos não se cansam em fazer roças ou plantamentos de maniba (DANIEL, 2004, v. 1, p. 419).

Da pluralidade da mandioca no Brasil, dois tipos são dominantes, popularmente chamadas de Mandioca-mansa e Mandioca-brava. Essa classificação é dada através da medição do teor de ácido cianídrico (HCN) presente nas raízes. A Mandioca-brava é a raiz que tem um grande rendimento na produção de vários tipos de farinha, produção essa em que a mandioca passa por diversos processos para a retirada do HCN. Já a mandioca mansa, por conter um menor teor de ácido cianídrico, pode ser ingerida *in natura*, cozida e frita em porções. A cultura das espécies é definida com base nas características tradicionais de cada região onde são produzidas (DUARTE, 2016).

Os povos tradicionais ainda plantam a mandioca com base em seus saberes próprios e ensinamentos milenares. Apesar da inserção de novas tecnologias, que visam o aumento da produtividade, muitos povos não possuem condições financeiras para aplicar tais tecnologias, como maquinários para roçada e aração de terras e irrigação. Desta forma, o plantio por esses povos é desenvolvido através de suas técnicas, desde a escolha do solo de plantio, em que optam por solos mais arenosos, onde as raízes têm facilidade de desenvolvimento, até o uso de equipamentos manuais para cuidar das plantações, como a enxada e a foice (FIGURA 2). Assim sendo, o cultivo da mandioca está ligado diretamente a saberes tradicionais, que caracterizam a identidade e cultura de um povo (DIEGUES, 2008).

A seguir, tem-se o relato do processo de plantação da mandioca na Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG, feito por Alahete Maria Caldeira Santos, indígena pertencente ao povo Canoeiros Maxakali:

o ideal é a plantação se iniciar com a passagem da lua nova para crescente, pois nessa passagem de lua, as plantas dão raízes grandes, fortes e nutritivas. A passagem de lua nova pra crescente é o período ideal para fazer as plantações de batatas, mandioca, beterraba, cenoura... Não se deve plantar esses alimentos quando a lua está minguante, pois esse período é para plantação de folhagens, como alface, couve, mostarda, coentro, rúcula e outros. Para fazer a plantação de mandioca, a gente corta a “torinha” que tem seu tamanho medido pela quantidade de brotinhos que tem no caule da mandioca, o ideal é o pedaço de caule tenha de 3 a 4 brotinhos, (FIGURA 3). O processo do plantio se inicia com a abertura das covas, que são feitas de maneira que o pedaço de caule da mandioca fique inclinado dentro do chão, o que resultará em uma maior quantidade de brotos na manifa (FIGURA 4). Após colocar o caule na cova, tampamos com o pé, de forma que fique um morrinho de terra por cima da cova, pois assim a cova fica conservada e livre de degradações causadas por

pássaros ou chuvas que podem destampar o buraco e expor o caule ao sol. Depois de passados vinte dias do término da plantação, faz-se necessário limpar a terra para remover o mato que impossibilita o crescimento e desenvolvimento dos pés da mandioca, e esse processo se repete por cerca de três vezes, fazemos três limpas na terra no intervalo de vinte dias cada. Por falta de recursos, usando o modelo tradicional da plantação, o processo de irrigação da plantação é pelas chuvas, o que é um fator determinante para o desenvolvimento das raízes da mandioca, pois se tivermos uma época chuvosa, as mandiocas estão prontas para consumo após oito meses de plantadas, caso tenhamos uma época de chuvas escassa, esse prazo de colheita pode se estender até pouco mais de um ano (Alahete Maria Caldeira Santos, 2022).

Figura 2 – Uso de ferramenta manual para plantação de mandioca (Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



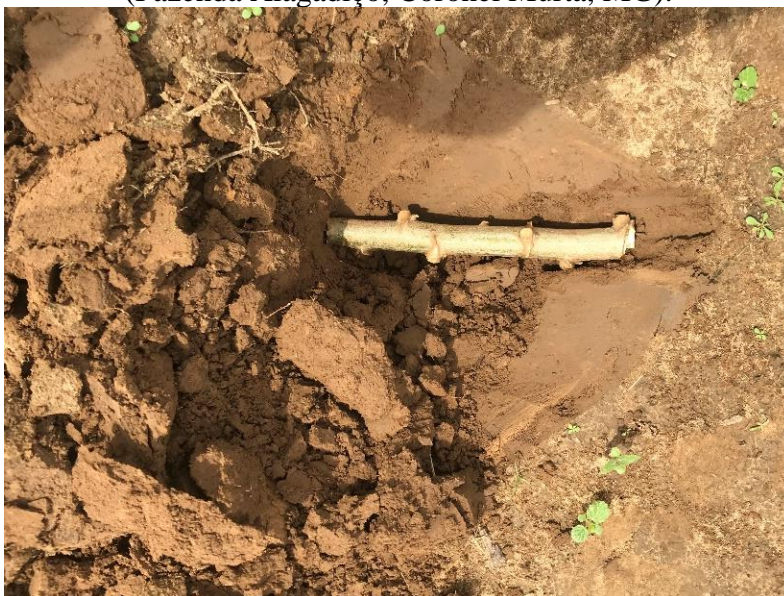
Fonte: Igor Martins (2022).

Figura 3 – Pequenos pedaços do caule de mandioca usados para o plantio (Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Figura 4 – Caule de mandioca na cova  
(Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Um dos pratos que pode ser preparado a partir da mandioca é a maniçoba, que tem origem indígena e é bastante difundida no estado do Pará, se destacando na tradição que marca as festas de círios que ocorre em todo o estado do Pará, principalmente a festa do Círio de Nazaré, uma tradicional festa católica celebrada no segundo domingo de outubro de todo ano, considerada como a “maior e mais emblemática festa católica da Amazônia, do Brasil e do mundo católico” (MAUÉS, 2016).

Segundo Câmara Cascudo (2011, p. 99), a “maniçoba é um prato preparado com folhas novas de mandioca, pisadas convenientemente, espremidas, em seguida, cozidas misturadas com toucinho, carne de porco, mocotó, tempero”. A maneira como o prato é desenvolvido, bem como as recriações, em que se mudam os meios de preparo, em nada afetam sua simbologia para aqueles que o produzem (FERREIRA, 2017).

A maniçoba também é conhecida como feijoada paranaense ou feijoada sem feijão, visto que o prato é preparado com quase todos, ou uma boa parte, dos ingredientes que compõem a tradicional feijoada brasileira. Fora do estado do Pará, a maniçoba também está presente na culinária do recôncavo baiano, onde caracteriza os banquetes das festas de São João do Porto que ocorrem nas cidades de Santo Amaro e Cachoeira. (ALVES, 2019).

Por ser um alimento marcante e bastante saboroso, várias cidades do Brasil apossam-se da maniçoba como iguaria em suas festividades locais, sendo um elemento de identidade cultural que carrega um grande valor emocional presente no imaginário daqueles que a preparam. Tanto no processo de colheita das folhas na roça, quanto no preparo do prato, diversos fatores remetem à história de um povo, como o uso das panelas de barro, colheres de pau, cuias, pilão e peneira de palha (FERREIRA, 2017), como inclusive, é usado na preparação desse prato na Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG (FIGURA 5).

A maniçoba se tornou um alimento emblemático na cultura do Brasil, precisamente na região norte do país. A maniçoba é identidade cultural de um povo, é “[...] algo costumeiro e sadio, alguma coisa que ajuda estabelecer uma identidade, definindo por isso mesmo, um grupo, classe ou pessoa” (DAMATTA, 1986, p. 55).

Figura 5 – Utensílios de madeira e barro usado na preparação da maniçoba (Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Apesar de ainda não estar presente com frequência na mesa dos brasileiros, talvez pelo baixo poder aquisitivo de grande parte deles, talvez pelo longo período de preparo, as folhas de mandioca são bastante nutritivas. Mediante o exposto, considerando a importância de tornar conhecido esse prato e, a partir dele, promover uma discussão mais ampla sobre esta cultura alimentar brasileira e sobre a mandioca e os benefícios do seu uso, em especial, deste prato para a saúde, foi produzido um texto dramático que será descrito neste artigo. O impacto da proposta contida no texto pode ser bastante significativa, ao levar em consideração que o teatro tem se mostrado uma ferramenta muito importante para promover reflexões sobre diversos assuntos. Segundo Boal (2015), “o teatro é uma forma de conhecimento e deve ser também um meio de transformar a sociedade.”

O teatro científico, ou teatro de temática científica, caracterizado por abordar temas da ciência em uma perspectiva pedagógica, vem sendo bastante usado por diversos coletivos no Brasil na divulgação científica, como relatado por Moreira e Marandino (2015), sendo, inclusive, o Núcleo Arte e Ciência no Palco um dos coletivos mencionados por esses autores. Conforme as palavras do ator Carlos Palma, integrante desse grupo, “o que o teatro faz é pensar a nossa existência, a nossa vida; se a ciência faz parte da nossa vida, então ela tem que estar no teatro” (PALMA, 2005 *apud* MASSARANI; ALMEIDA, 2006).

Por meio do uso do teatro científico, o público é lembrado “de suas próprias responsabilidades diante dos rumos que o conhecimento científico pode gerar em nossa civilização” (THÜRLER, 2011). Ademais, Moreira e Marandino (2015) fazem uma importante reflexão sobre o benefício do uso desse tipo de teatro, a saber:

A proficuidade dessa prática [teatro de temática científica] reside na possibilidade de se conhecerem ciência e tecnologia para além dos seus conceitos, experimentos ou produtos, focalizando uma abordagem mais humanista. Assim, cientistas podem ser desnudados em seres humanos, com suas emoções e conflitos, e os experimentos poderiam ser contextualizados, conhecendo-se os interferentes sociais que influenciaram nas grandes descobertas científicas. Nessa mesma perspectiva, pode-se problematizar o papel do cientista na sociedade, e sua imagem, bem como questões a respeito do sentido da vida e do mundo, e os dilemas éticos, políticos, religiosos e

históricos relacionados à ciência e à tecnologia (MOREIRA; MARANDINO, 2015).

O objetivo deste artigo é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramático referente à maniçoba, elaborado com a colaboração dos demais membros do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas e discussões sobre a maniçoba e o alimento que lhe dá origem, a mandioca. Para a elaboração do texto, foram utilizadas técnicas do *Storytelling*, termo que significa a capacidade de construir histórias relevantes, descritas por Andrighetti (2017). Inicialmente, foi definida a premissa da história. Uma premissa é a ideia inicial, o ponto de partida para se construir o *Storytelling*. A etapa seguinte consistiu na caracterização dos personagens, conferindo a eles atributos físicos e psicológicos, e elaboração do *plot*, que é a síntese da história em uma frase. Para tal, foi considerado o seguinte esquema: Personagem + Desejo + Conflito. A partir do *plot*, a premissa começou a ser desenvolvida e avançou-se também para a redação do *storyline*, que é basicamente um resumo da história contendo aproximadamente cinco linhas. Ele também pode ter três linhas, cada uma representando um ato. No *storyline*, estarão os conflitos principais da trama e como serão resolvidos (ANDRIGHETTI, 2017).

Para a elaboração deste texto dramático, se contou com a colaboração do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência. Este grupo se reúne semanalmente, com encontros que duram aproximadamente uma hora e trinta minutos e em que estão presentes estudantes e professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus do Mucuri, bem como representantes do Instituto Cultural In-Cena, totalizando aproximadamente 50 participantes.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Considerando a importância cultural, econômica e nutricional da mandioca e dos pratos produzidos a partir deste alimento, como a maniçoba, por exemplo, foi produzido um texto dramático, no intuito de que esse texto possa ser utilizado para socializar conhecimentos sobre tais temas com o público infantojuvenil. Como mencionado na seção anterior, a produção do texto foi feita utilizando-se técnicas do *Storytelling*, cujas etapas serão apresentadas a seguir:

**Premissa:** O que fazer quando é preciso adaptar-se a um novo lar e levar consigo as raízes de seus saberes?

**Plot:** Uma família indígena deseja manter seus saberes tradicionais, apesar dos desafios encontrados quando vão morar em outro local.

### **Caracterização dos personagens:**

**Mamãe Da Ia:** uma mulher indígena que carrega consigo muitos saberes adquiridos através de seus ancestrais, guardiã da floresta e preza pela união de sua família em quase todos os afazeres.

**Pai Vêi:** Esposo de Mamãe Da Ia, um homem de garra e que trabalha muito para conseguir sobreviver na ilha e alimentar sua família.

**Mandi:** Filha mais velha do casal, uma menina bastante curiosa e elétrica.

**Pin:** Filho mais novo da família, bastante obediente e zeloso com o meio em que vive.

**Storyline:** Mamãe da Ia e sua família, após perderem todos os seus bens materiais, vão morar em uma ilha às margens do Rio Jequitinhonha. Apesar de estarem vivendo em local distinto do original, desejam conservar seus saberes tradicionais como a preparação da maniçoba. Durante o cozimento deste prato, no entanto, uma integrante da família se intoxica ao experimentar o cozido antes do tempo certo. A matriarca consegue, no entanto, desintoxicá-la, com o uso de plantas medicinais.

### **Texto dramaturgico**

**Título** - O renascimento de Mandi

**Dramaturgia** - Igor Martins Santos, com colaboração do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

**Narrador:** Em uma ilha localizada no Vale do Jequitinhonha, nordeste de Minas Gerais, vivia uma família indígena pertencente ao povo Canoeiros Maxakali. Mas, indígena morando em ilha? Foi isso que aconteceu com essa família, na época em que se dava o processo de colonização no médio Jequitinhonha. Os herdeiros dos colonizadores apresentaram aos indígenas que ali viviam, animais que serviam como transporte, como os cavalos, e alimentos não perecíveis, como café e sal. Com o intuito de tomar posse daquele território, tais herdeiros oferecem a Mamãe da Ia, proprietária daquelas terras, um cavalo e pacotes de café e sal em troca das escrituras daquele território. Sem conhecimento e bastante ingênua, ela aceita a proposta e esses herdeiros tomaram o território para eles. Expulsos das terras que até então os pertenciam, deixando tudo que tinham para trás, a família composta por Mamãe da Ia, Pai Vêi e seus dois filhos, se muda para a ilha, onde anteriormente eles caçavam e pescavam. Recomeçando a vida naquele lugar, para sustentar sua família, observando atentamente as fases da lua, quando se aproxima da passagem de lua nova para crescente, Pai Vêi e Mamãe da Ia começam o plantio de mandioca. Com os saberes que possuíam, eles procuraram o solo mais arenoso daquela ilha para iniciar a plantação. Em uma manhã de sol, Mamãe da Ia decide começar o plantio das estacas.

**Mamãe da Ia:** É chegada a lua *crescent*, Pai Vêi, *temo ki cumeçá nóssi prantiu*.

**Pai Vêi:** Hoje é o *mió* dia pra *cumeçá*, *óia pu céu*, pra *mód pudê vê a fóрма das núv*? Log vai *caí água du céu i cond* a chuva cair, nossa mandioca tem *ki tá* na terra.

**Mamãe da Ia:** *Tô vend* sim, meu *vêi*, *vamu cumeçá* nossa *prantação*.

**Narrador:** Pai Vêi pega as estacas de mandioca com uma pedra afiada, medindo com a mão cada palmo, e de olho nos brotinhos, ele prepara para a plantação.

**Pai Vêi:** *Intôssi vamú prantar nas filêra*. Eu *ábri* as *cova*, *ucê põe us gái* e Mandi e Pin, *nossus fí, tâmpa us burác*.

**Narrador:** E assim foi feito. Passaram o dia todo fazendo a plantação. Com a chegada da noite, é hora de ir embora.



**Mamãe da Ia:** *A noit chegô i a chuva já le vem. Vamu agradicê Nhanderu pelu dia di hôj.*

**Narrador:** E eles cantam e dançam ali mesmo na plantação. Até que começa a chover.

**Pai Véi:** A chuva caiu, *vamu simbora cumê e drumi*, amanhã é um *nôv* dia.

**Narrador:** Chegando na casa feita de palha, gravetos e barro, Mamãe da Ia prepara o jantar.

**Pai Véi:** *U ki vâmu cumê hôj?*

**Mamãe da Ia:** Tem *argü'üas* banana *ki incontrei* mais *ced*, vou *assá* aqui na *fôia di bananera*.

**Pai Véi:** *Ki* coisa boa, *inda* tem um *cách di* banana.

**Mandi e Pin:** *Tâmi* cum *fômi* mamãe, vai *demorá?*

**Mamãe da Ia:** *Já tá quáis pront.*

**Narrador:** Com as bananas assadas, todos jantaram e foram dormir, depois de um exaustivo dia de plantação. Com o passar do tempo, se alimentando apenas de caça, pesca e frutos nativos daquela ilha, Mamãe da Ia resolve cozinhar algo novo.

**Mamãe da Ia:** Meu *Véi*, *vamu* na roça de mandioca *coiê argü'üas fôia?* *Queru cunziá* uma maniçoba *ki* aprendi cum *mâ* mãe, *cônd* eu era criança.

**Pai Véi:** *Vamu!* *Mar* a maniçoba é aquele *cuzid ki* demora dias pra *mód pudê sê feit?*

**Mamãe da Ia:** Isso *mêrme*, *picis cuiê* as *fôia*, *ponhá nu* sol pra *mód pudê secá* e *dispois de secá*, tem *ki socá nêsse pilãozin* aqui pra *cumeçá u procéssi* de *cuzimento di* set dia.

**Narrador:** E assim fizeram, depois das folhas secas e trituradas, começa o cozimento da maniçoba. Sabendo dos riscos do consumo antes do cozimento por sete dias, Mamãe da Ia orienta seus filhos.

**Mamãe da Ia:** Mandi e Pin, *num kéri ucês mexêni* nessa panela de barro *ki takí nu fôg*, é *pirigôsi* pra *saúd cumê iant du têmp cért.*

**Narrador:** No quarto dia de cozimento, quando seus pais saíram para caçar, Mandi, a filha mais nova, toma uma porção da maniçoba.

**Mandi:** *Tô cum* tanta *fôm*, já faz dia *ki* essa panela *tá nu fôg*, *vô prová.*

**Pin:** Num faz *íssi*, *ucê isqueceu ki* mamãe *falô ki num* é pra *nór dois incostar* nessa panela?

**Mandi:** *Ieu lêmb*, mais só *kér prová.*

**Narrador:** Mandi tomou um cumbuco do caldo e logo caiu desfalecida no chão. Pin se desesperou e saiu pela mata a gritar seus pais.

**Pin:** Mamãe, papai, mamãe, papai, Mandi *tomô du card proibid*. *Vêm lóg! Vêm lóg!*

**Narrador:** Ouvindo os gritos de desespero do seu filho, mamãe da Ia e Pai Véi retornaram às pressas e se depararam com Mandi no chão. Pai Véi pega sua filha e coloca no varal em que dormia.

**Pai Véi:** Ela *tá müint* mau, mais ainda *tá viva*. *Nhanderu, Nhanderu, kê ki pudêmi fazê?*

**Narrador:** Mamãe da Ia, uma conhecedora da natureza, guardiã dos saberes medicinais tradicionais, exclama:

**Mamãe da Ia:** *Vô fazê* um *bânhi cum üas pranta du mát!* Ela vai *miorá.*

**Narrador:** Mamãe da Ia sai pelo mato e logo volta com um punhado de ervas.

**Mamãe da Ia:** Achei *tud ki é picis*, *incônt prepari* o *bãin*, lev ela pra *bêra du riu i colokéla nûa* pedra.

**Pin:** Mas não pode ser aqui o banho?

**Mamãe da Ia:** Não! O ritual *pricisa sê na bêra* das águas.

**Narrador:** Pai Vêi rapidamente leva sua filha e coloca sobre as pedras.

**Pai Vêi:** Ela já tá lá, *pod i fazê u ritual*.

**Narrador:** Mamãe da Ia leva o banho preparado e faz todo o ritual. Foi só um susto. Mandi reagiu e renasceu naquele dia.

**Pai Vêi:** Ela renasceu, *íssi é mutiv di festa!*

**Narrador:** Então nasce a festa do renascimento de Mandi. Naquela mesma data, em todo ano, a família de Canoeiros Maxakali se reúne na beira das águas do Rio Jequitinhonha para celebrar o renascimento de Mandi. A festa é marcada pela presente culinária indígena, com comidas típicas, como beiju, farinha, tapioca, licor, peixe assado na palha de bananeira, tucupi e angu. A partir da data da festa, e com base nas fases da lua, o povo Canoeiros Maxakali sabe o tempo certo de plantar e de colher.

Um dos aspectos presentes no texto que se deseja abordar com o público é a possibilidade de intoxicação, caso o consumo da maniçoba seja feito antes do término do preparo do prato. A maniçoba requer um tempo especial de preparo, isso porque em sua composição se encontra o ácido cianídrico, que é bastante tóxico quando ingerido em grandes quantidades. A professora Carissa Bichara, coordenadora do curso de ciência e tecnologia da UFRA, alerta que “o princípio tóxico da planta é o ácido cianídrico (HCN), sua ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento. Considera-se que a dose letal é de aproximadamente 10 mg de HCN por kg de peso vivo” (MONTEIRO, 2020). De acordo com McMahon *et al.* (1995), citados por Cavalcanti e Araújo (2000),

o ácido cianídrico é produzido após a ocorrência de danos mecânicos ou fisiológicos no tecido da planta, quando as principais substâncias cianogênicas, a linamarina e lotaustralina, em presença de água, entram em contato com a enzima linamarase, que se encontram separadas no tecido vivo e íntegro. A enzima localiza-se na parede celular e as substâncias cianogênicas nos vacúolos. Nessa primeira fase, são produzidas glucose e acetona cianidrina e, na segunda fase, a enzima hidroxinitrilo liase catalisa a degradação da acetona cianidrina para a produção de acetona e HCN. A enzima dessa segunda fase, também, se encontra na parede celular e a reação pode ocorrer espontaneamente quando o pH é superior a quatro e a temperatura superior a 30°C (MCMAHON *et. al.*, 1995 *apud* CAVALCANTI; ARAÚJO, 2000).

Hoje, a instrução normativa número 01, de 06 de maio de 2016, da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ), regulamenta o preparo da maniçoba, tal como suas propriedades organolépticas. Tal regulamento fiscaliza e alerta que, para estar apta ao consumo, as folhas da mandioca devem passar por um cozimento de, no mínimo 50 horas, a uma temperatura de 100°C. Esse tempo de cozimento, à temperatura exigida, é o suficiente para atingir a segurança do produto, no entanto, para adquirir o sabor característico da maniçoba, se faz necessário o cozimento por mais algumas horas, após adicionado ao cozimento outros condimentos e itens como tempero, carne de porco, bacon, toucinho, carne de sol, linguiça e especiarias como a folha de louro e pimenta do reino.

Partindo do conhecimento empírico, na Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG, para se remover o ácido cianídrico da planta e deixá-la em boas condições de consumo, utiliza-se um processo de cozimento de sete dias. Inicialmente, as folhas de mandioca são

separadas dos talos, que são descartados (FIGURA 6). Em seguida, as mesmas passam por um processo de trituração ou moimento, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 6 – Folhas, separadas dos talos, a serem usadas para o preparo da maniçoba (Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Figura 7 – Folhas de mandioca trituradas (maniva) (Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Posteriormente, as folhas já moídas (maniva) são lavadas para retirar a pigmentação verde das mesmas. Feito isso, a maniva é levada ao fogo, em uma panela com água, para o processo de cozimento e retirada do veneno (FIGURA 8).

A mistura é levada ao fogo pela manhã e só é retirada ao anoitecer, sendo mexida de vez em quando, para não grudar no fundo da panela, e sempre adicionando água na medida que o nível do cozido abaixa na panela. Esse processo é feito durante cinco dias.

A partir deste período, se inicia a adição de carnes e condimentos à panela, que permanece no fogo por mais algumas horas.

Figura 8 – Maniva em preparo de cozimento  
(Fazenda Alagadiço, Coronel Murta, MG).



Fonte: Igor Martins (2022).

Quando as folhas da mandioca são submetidas a esse processo de trituração, lavagem e cozimento, o ácido cianídrico (HCN) dissipa-se e tem seu nível de toxicidade reduzido, conforme salientado por Tewe (1991) e Ravindran (1991). Assim sendo, com seu veneno vegetal reduzido, a maniva está pronta para seu uso e consumo.

Elevando a economia das cidades que a adotam como prato típico em suas festividades, a maniçoba é altamente procurada por turistas. Então “o ato que consiste em preparar um prato regional, que tem tradição histórica, ganha um status nacional quando ele se insere no contexto turístico” (SANTOS, 2005, p. 113).

A popularidade da maniçoba aumenta quando se torna possível encontrar maniva pré-cozida espalhada por todo o Brasil, para comercialização em restaurantes, feiras livres, lanchonetes, mercados, etc (SANTOS, 2016). A venda da maniva pré-cozida é um fator determinante para exportação e alavancamento da economia desses municípios fora de datas festivas. Segundo o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos do Pará (Dieese PA), os municípios que são referência em fornecimento de matéria prima para o preparo da maniçoba, são: Acará, Santa Izabel, Santo Antônio do Tauá, Castanhal, Mojú, Tracuateua, Benevides e a região das ilhas (PORTAL G1, 2021b).

De acordo com Albuquerque, (1969) e Figueiredo e Rego, (1973) a mandioca, quando analisada no panorama alimentar e nutritivo, é uma planta rica, importante e de alto teor nutritivo, inclusive as folhas da planta, conforme destacado por Melo (1964) *apud* Brandão (1967),

a folha da mandioca, que quase ninguém conhece como alimento, é dos mais ricos que existem na natureza, pois 100 gramas contêm mais de 300 miligramas de ácido ascórbico ou vitamina C, quantidade mais elevada que a de qualquer outra verdura e mesmo das frutas cítricas. Além disso, essas folhas são ricas em tiamina, niacina, riboflavina, as principais vitaminas do complexo B, e encerram igualmente elevadas quantidades de cálcio, fósforo e ferro (MELO, 1964, p.76 *apud* BRANDÃO, 1967).

Diante do exposto, considerando este texto, vários aspectos relacionados à cultura podem ser debatidos, bem como aspectos vinculados à ciência como os que se referem ao cultivo da mandioca e à sua importância, devido ao fato de ser um alimento saudável, à preparação e aos riscos relativos à maniçoba, possibilitando um aprofundamento em aspectos referentes à química que explica a contaminação por ácido cianídrico, dentre outros.

Esse texto, bem como os demais que vem sendo redigidos por componentes do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, são curtos, com vistas a permitirem discussões após a apresentação teatral, já que os autores deste artigo tem entendimento semelhante ao apresentado por Gardair e Schall (2009) de que “o espetáculo teatral, no campo da educação em ciências, deve funcionar como ponto de partida para gerar o debate sobre temas relacionados à prática científica”. Além disso, o teatro, enquanto ferramenta de divulgação científica, “democratiza a ciência, que deixa de ser só dos cientistas e passa a lembrar ao público de suas próprias responsabilidades diante dos rumos que o conhecimento científico pode gerar em nossa civilização (THÜRLER, 2011).”

Essa obra, que pode ser apresentada em sua forma teatral ou como contação, desde que ajustes sejam feitos ao texto para que apenas uma pessoa possa contá-lo, expõe uma história por meio da qual se pode ensinar. O uso de histórias, como estratégia de ensino, apresenta cinco benefícios principais, conforme destacado por Palacios e Terenzzo (2016):

gerar uma comunicação mais próxima com o jovem;  
conquistar o interesse de novos alunos;  
transmitir o conhecimento de forma mais interessante;  
garantir um aprendizado mais eficiente, por ser demonstrado na contextualização;  
permitir uma intertextualidade entre disciplinas, já que as histórias nunca são sobre um único assunto (PALACIOS; TEREZZO, 2016).

Ademais, vale destacar que o texto dramaturgico é relevante para que sejam geradas reflexões a respeito da importância nutricional, econômica e cultural da mandioca e da maniçoba. De acordo com Gardair (2012),

a linguagem teatral, tão rica em elementos e significados, desafia o público a interpretar os tantos signos que compõem o discurso cênico. O extenso alfabeto do teatro, composto de palavras, gestos, cenário, figurino, dentre outros, tende a ampliar as possibilidades de elaboração de diferentes leituras de mundo (GARDAIR, 2012).

Esse texto dramaturgico pode ser utilizado por professores que promovam a encenação com seus estudantes; em ações promovidas por educadores ambientais; em processos de formação inicial ou continuada de docentes, como possibilidade de estratégia pedagógica a ser usada em sala de aula por estes profissionais; e pelo Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência da UFVJM, que tem, como objetivo, encenar textos a partir dos quais possam ser discutidas questões socioambientais e promovida a divulgação científica. Por fim, para o preparo da encenação, podem ser utilizados os jogos teatrais desenvolvidos pelo importante teatrólogo brasileiro Augusto Boal descritos no livro *Jogos Para Atores e Não Atores* (BOAL, 2015).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Inicialmente, destaca-se que a metodologia utilizada na construção da obra dramaturgica se mostrou bastante adequada, em que cada etapa foi muito importante para o avanço da produção do texto pretendido.

Considerando-se o texto dramaturgico produzido, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, feitas, nesse caso, as devidas adaptações para tal, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre a maniçoba e a mandioca. É possível discutir, por exemplo, aspectos relacionados à cultura, bem como aspectos vinculados à ciência como os que se referem ao cultivo da mandioca e à sua importância, devido ao fato de ser um alimento saudável, à preparação e aos riscos relativos à maniçoba, possibilitando um aprofundamento em aspectos referentes à química que explica a contaminação por ácido cianídrico, dentre outros.

Por fim, vale destacar que a montagem dessa dramaturgia é algo que pode motivar muito os estudantes do Ensino Fundamental e contribuir para que mais pesquisas, mediadas pelos próprios professores, sejam feitas por eles, no sentido de compreenderem melhor a temática, por isso incentiva-se o uso do texto produzido como ferramenta educacional pelos professores que tiverem interesse em tal uso.

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro autor deste artigo manifesta os seguintes agradecimentos: Aos meus queridos avós Alahete e Serafim, que foram fonte de inspiração para construção desse trabalho e pelos ensinamentos repassados a mim através de seus saberes populares; aos meus pais, José Roberto e Luciana, pelo incentivo e por terem acreditado nos meus sonhos; aos meus irmãos, Roberth, Luan e Carlos, pelos conselhos, apoio e cumplicidade; a toda a minha família, por todo o apoio que me deram ao longo da minha vida; à minha orientadora, professora Valéria Cristina da Costa que, mesmo nos tempos difíceis da pandemia, me apoiou, acompanhou e orientou; à Tita Maxakali, Cacique Presidente Canoeiros Maxakali, pelo companheirismo, contribuições e sugestões ao trabalho; a todos os meus amigos, que sempre me incentivaram e sempre acreditaram em mim; a Deus, pela minha vida, força e discernimento. Por fim, ambos os autores agradecem: aos demais membros do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, pelas contribuições dadas durante a produção deste artigo; à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC) da UFVJM e ao Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia do Campus do Mucuri, pelo apoio financeiro, estrutural e logístico dado ao Projeto “Arte (com) Ciência: o teatro como possibilidade de formação de público e de discussão/divulgação de conhecimentos científicos”.

## REFERÊNCIAS

ADEPARÁ. Instrução normativa nº 01, de 06 de maio de 2016. **Diário Oficial do Estado, Pará**, 09 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=320241>>. Acesso em 17 de dezembro de 2021.

ALBUQUERQUE, M. A. **A mandioca na Amazônia**. Belém: Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, 1969.

ALVES, M. Maniçoba é um prato de origem indígena e comum na culinária paraense. **Agro2.0.**, 12 de setembro de 2019. Agricultura. Disponível em: <<https://agro20.com.br/manicoba>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

ANDRIGHETTI, M., FREITAS, T. Os 7 passos para criar uma história. Disponível em: <<https://anyflip.com/unvr/ilwg/basic>>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

BRANDÃO, D. **A Cozinha Baiana**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1967.

CASCUDO, L. C. **História da alimentação no Brasil**. 4ª ed. São Paulo: Global, 2011.

CONAB. Análise mensal: mandioca janeiro de 2021. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/35935\\_814f9e52b5de282f4075947c071edda2](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/35935_814f9e52b5de282f4075947c071edda2)>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

DAMATTA, R. **O que faz o Brasil, Brasil?** 1ª ed. Rio de Janeiro: Rocco, 1986.

DANIEL, J. **Tesouro Descoberto no Máximo Rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. v. 1. Disponível em: <<https://mega.nz/file/uhoAmCiT#NAZ6JST1uJa0pKs5pOwcdAUopANcjqiwdVi56Dh9nE>>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

DERAL – Departamento de Economia Rural. Prognostico Cultura Mandioca – 2020. Disponível em: <[https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-12/Prog%C3%B3stico%20Mandioca%20-%202020\\_21.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-12/Prog%C3%B3stico%20Mandioca%20-%202020_21.pdf)>. Acesso em 13 de dezembro de 2021.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec, 2008.

DIEGUES, A. C (Org); ARRUDA, R. S. V; SILVA, V. C. F. d; FIGOLS, F. A. B; ANDRADE, D. **Os Saberes Tradicionais e a Biodiversidade no Brasil**. São Paulo: USP, 2000.

DUARTE, G. S. D. **Os saberes tradicionais da comunidade São Benedito, Poconé, Mato Grosso: revelando múltiplos olhares**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2017a). Mandioca é uma das culturas que melhor se adaptam às mudanças climáticas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23751313/mandioca-e-uma-das-culturas-que-melhor-se-adaptam-as-mudancas-climaticas>>. Acesso em 27 de dezembro de 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2017b). **Dia de Campo na Tv – Mandioca: Alimento do século 21**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26261461/dia-de-campo-na-tv---mandioca-alimento-do-seculo-21>>. Acesso em 06 de janeiro de 2021.

FERREIRA, G. Maniçoba – Identidade cultural e memória presente e ausente na cidade de Cachoeira-BA. **Revista Eletrônica Ventilando Acervos**, Florianópolis, v. especial, n. 1, p. 72-90, 2017.

FIGUEIREDO, A. A; REGO, M. M. Teor proteico e mineral em raízes e folhas de mandioca. **Boletim Técnico do Centro Tecnológico de Agricultura**, v.5, n.23, 1973.

GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. **Ciência e Educação**, v.15, n.3, p. 695-712, 2009.

GARDAIR, T. L. **Integrando a percepção de estudantes à criação de peça teatral: uma alternativa de educação científica em diálogo com as artes**. 2012. 380 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

MARCON, M. J. A. **Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Arte e ciência no palco. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.13, supl., p.233-246, 2006.

MATTOS, P. L. P.; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R. (Ed. Téc). Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2006. Disponível em: <[https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/120506/1/500perguntasmandioc\\_a.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/120506/1/500perguntasmandioc_a.pdf)>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

MAUÉS, R. H. Almoço do Círio: um banquete sacrificial em homenagem a Nossa Senhora de Nazaré. **Revista Religião e Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 220-243, 2016.

MELLO, A. S. **O que Devemos Comer**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1964.

MONTEIRO, V. Pesquisadoras explicam sobre cozimento, consumo e armazenamento da maniçoba. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, 08 de outubro de 2020. Disponível em: <[https://novo.ufra.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2734:pesq](https://novo.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2734:pesq)>



uisadoras-explicam-sobre-cozimento-consumo-e-armazenamento-da-manicoba&catid=17&Itemid=121>. Acesso em 13 de dezembro de 2021.

MOREIRA, L.; M. MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

NONATO, R. B. A.; DE SOUZA, M. J. **Mandioca. Agregação de valor e rentabilidade de negócios**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 2019.

PALACIOS, F; TERENCEZZO, M. **O guia completo do Storytelling**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

PALMA, C.: depoimento [19 out. 2005]. Entrevistadoras: Luisa Massarani e Carla Almeida. Rio de Janeiro: Centro de Estudos do Museu da Vida, Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

PINDORAMA FILMES. **Um pé de que? Mandioca**. [S.l.]. Vento Estudio, 2021. Disponível em: <<http://www.umpedeque.com.br/arvore.php?id=709>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PORTAL G1. **Chef Alex Atala lança livro sobre a historia da mandioca e ensina receita para a ceia de Ano Novo**. 2021a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2021/12/26/chef-alex-atala-lanca-livro-sobre-a-historia-da-mandioca-e-ensina-receita-para-a-ceia-de-ano-novo.ghtml>>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

PORTAL G1. **Com alta de quase 15% no preço da maniva, maniçoba do Círio pesa no bolso do paraense**. 2021b. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2021/10/01/com-alta-de-quase-15percent-no-preco-da-maniva-manicoba-do-cirio-pesa-no-bolso-do-paraense.ghtml>>. Acesso em 16 de dezembro de 2021.

RAVINDRAN, V. Preparation of cassava leaf products and their use as animal feeds. In: MACHIN, D.; NYVOLD, S. **Expert consultation on roots, tuber, plantains and bananas in animal feeding**. Cali, Colômbia, 1991. Disponível em: <<https://www.fao.org/livestock/agap/frg/AHPP95/95-111.pdf>>. Acesso em 09 de dezembro de 2021.

SANTOS, C. R. A. D. A alimentação e seu lugar na história: os tempos da memória gustativa. **Revista da Academia Paranaense de Letras**, n 51, p. 165-188, 2005.

SANTOS, F. G. **Do campo a mesa - Memória e patrimônio da maniçoba na cidade de Cachoeira – BA**. 2016. Monografia (Graduação em Museologia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Artes, Humanidades e Letras, Cachoeira, 2016.

SANTOS, S.M.R. **Saberes empíricos no meio rural de Laranjal**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação do Campo) – Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2011.

SOUTO, M. M. Alimentação e Folclore. FUNARTE. Instituto Nacional do Folclore, 1988.

TEWE, O.O. Detoxification of cassava products and effects of residual toxins on consuming animals. *In: MACHIN, D.; NYVOLD, S. Expert consultation on roots, tuber, plantains and bananas in animal feeding.* Cali, Colômbia, 1991. Disponível em: <<https://www.feedipedia.org/node/8112>>. Acesso em 09 de dezembro de 2021.

THUN, M. **Calendário Astronômico-Agrícola 2005.** Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2005.

THÜRLER, D. A ciência não é só dos cientistas. In. PORTO, C.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas.** Salvador: Edufba, 2011, 240 p.

XAVIER, A. R.; LIMA, L. A.; ANDRADE, F. A. Saberes tradicionais do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*) e a produção de farinha: estudo em Beberibe, Ceará. **Revista Cocar**, ed. 28, v. 14, p. 781-801, 2020.


## Capítulo 9

# O ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO E SUAS POTENCIALIDADES PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA) NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.


**Edilene Pimentel de Sousa, Joanéia Oliveira Ribas, Rosangela Silva Araújo Melo, Enia Maria Ferst, Sandra Kariny Saldanha Oliveira.**


**Resumo:** As ações do homem sobre a natureza têm gerado problemas irreversíveis ao meio ambiente, mostrando a necessidade urgente para o desenvolvimento de uma Educação Ambiental (EA). É diante desse cenário, que se propõe analisar a importância e as potencialidades do espaço não formal de ensino para a EA na perspectiva da Alfabetização Científica na disciplina Ciências da Natureza, tendo como fio condutor, a elaboração de uma proposta de sequência didática, utilizando o entorno da escola, enquanto espaço não formal de aprendizagem, para ser desenvolvida junto a estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental, baseando-se nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco. A sequência didática, apesar de não ter sido aplicada, foi apresentada e devidamente avaliada, e seus resultados mostraram estar apta a ser utilizada, devendo apenas ser adaptada à realidade na qual será inserida, pois configura-se como um produto educacional implementado a partir dos conhecimentos aprendidos.


**Palavras-chave:** Espaço não formal de ensino. Educação Ambiental. Alfabetização Científica. Ciências da Natureza.

E. P. de Sousa (  ). Universidade Estadual de Roraima (UERR). Boa Vista, RR, Brasil.  
E-mail: epsedilene@gmail.com

J. O. Ribas (  ). Universidade Estadual de Roraima (UERR). Boa Vista, RR, Brasil.

R. S. A. Melo (  ). Universidade Estadual de Roraima (UERR). Boa Vista, RR, Brasil.

E. M. Ferst (  ). Universidade Estadual de Roraima (UERR). Boa Vista, RR, Brasil.

S. K. S. Oliveira (  ). Universidade Estadual de Roraima (UERR). Boa Vista, RR, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

É fato incontestável que a escola deve buscar e assegurar as inúmeras formas de aprendizagem e maneiras de dialogar pedagogicamente com os possíveis espaços de educação, como o não-formal e o informal, pois somente dessa forma o indivíduo poderá construir e significar o conhecimento.

Assim, diante da importância de se utilizar os espaços não formais de ensino, presentes no contexto social dos próprios estudantes, para que tenham acesso a uma educação mais contextualizada, é que se afirma que para garantir as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos é necessário incluir tais espaços no planejamento do professor.

Isso se faz necessário porque diversas são as possibilidades de aprendizagem oportunizadas pelos espaços não formais de ensino. Eles tanto privilegiam a convivência visando a Educação Ambiental (EA), quanto permitem desenvolver atitudes, a autonomia, a análise crítica dos estudantes sobre os assuntos trabalhados e, por conseguinte, a Alfabetização Científica.

Deste modo, analisar a importância e as potencialidades do espaço não formal de ensino para a EA na perspectiva da Alfabetização Científica na disciplina Ciências da Natureza, é o objetivo principal deste estudo.

Para isso, fez-se necessário, inicialmente, caracterizar os espaços não formais, suas potencialidades de trabalho e contribuições para o processo de ensino e aprendizagem; contextualizar os espaços não formais de ensino na perspectiva da EA; e, apresentar a importância da Alfabetização Científica no ensino de Ciências da Natureza.

A revisão de literatura deste estudo foi desenvolvida com base numa pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa, do tipo exploratória, que culminou com a elaboração de uma sequência didática a ser utilizada por professores do 1º Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências da Natureza, utilizando o entorno da escola enquanto espaço não formal de aprendizagem, baseando-se nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco, visando trabalhar o conteúdo Resíduos Sólidos.

Vale destacar que, a sequência didática, apesar de não ter sido aplicada, foi apresentada e devidamente avaliada à disciplina de Introdução as Ciências Naturais no Ensino Fundamental I, do Mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Estadual de Roraima (UERR), cujos resultados mostraram estar apta a ser utilizada, devendo apenas ser adaptada à realidade na qual será inserida.

O interesse em desenvolver este trabalho surgiu a partir das inquietações das mestrandas, na intenção de contribuir para a transformação de um ensino de Ciências engessado e memorístico, buscando a prática para uma Educação Científica, pois as questões socioambientais sempre instigaram e motivaram para o desenvolvimento de ações voltadas para o desenvolvimento prático de atividades, cooperando para um ensino contextualizado e oriundo às vivências dos estudantes.

Espera-se, ao final desse trabalho, se possa propiciar um melhor entendimento teórico, científico e legal, sobre o tema principal desse estudo, de modo a permitir conhecer sobre a importância de se utilizar espaços não formais de ensino na perspectiva da EA no ensino de Ciências da Natureza, para promover a Alfabetização Científica de estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental.

## OS ESPAÇOS NÃO FORMAIS DIANTE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Há muito tempo vem sendo discutido a importância dos espaços não formais de ensino e suas contribuições para a aprendizagem dos alunos. Destaca-se, os seus métodos didáticos, o tipo de atividade ofertada, os espaços, além de uma gama de possibilidades de utilização visando propiciar o alcance de objetivos educacionais propostos pelo currículo escolar.

Sendo assim, espaço não formal de ensino poder ser considerado, de acordo com Chaves e Rizzatti (2019, p. 150) “um conjunto de ações e processos específicos que incidem em espaços próprios, que tem como função e implementação a formação ou instrução de indivíduos”, que, por possuírem uma finalidade educativa, contribuem positiva e significativamente, no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Reis *et al.* (2019, p. 24), os espaços não formais de ensino são conhecidos por oportunizarem, entre outros aspectos, “momentos prazerosos, dinâmicos e difusores de conhecimentos, complementando assim, o ensino de sala de aula”, contribuindo para o trabalho de diferentes conteúdos, além de tornar as aulas mais interessantes para os estudantes.

É considerando isso que diversos estudos, entre eles, Soares e Lhullier (2010), Cascais e Terán (2014), Marques e Freitas (2017), Santos *et al.* (2018), vem propondo a utilização dos espaços não formais no ensino de Ciências, por acreditarem que suas contribuições são variadas e atuam tanto sobre a aprendizagem dos alunos quanto para a popularização e a divulgação da Ciência.

Assim, diante da importância de se utilizar os espaços não formais de ensino, presentes no contexto social dos próprios estudantes, para que tenham acesso a uma educação mais contextualizada, preparando-os, “para o desenvolvimento de suas atividades no percurso de sua vida” (CASCAIS; TERÁN, 2014, p. 01), é que se afirma que para garantir as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos, é necessário incluir tais espaços no planejamento do professor.

Isso se faz necessário porque diversas são as “possibilidades de aprendizagem oferecidas pelos ambientes não-formais de aprendizagem” (SOARES; LHULLIER, 2010, p. 01). Eles tanto privilegiam a convivência visando a Alfabetização Científica quanto permitem desenvolver atitudes, a autonomia e a análise crítica dos estudantes sobre os assuntos trabalhados.

É com base nisso que se propõe a utilização de espaços não formais de ensino na perspectiva da Educação Ambiental (EA) no ensino de Ciências da Natureza, pois como afirma Freitas e Bernardes (2013, p. 01) é possível:

Promover uma discussão acerca das questões que permeiam a Educação Ambiental nos espaços de educação não formais. Isto porque, nestes locais além de ser possível desenvolver estas atividades educativas, é provável incentivar a tomada de atitudes mais responsáveis com o meio ambiente, por meio das atividades desenvolvidas com os atores sociais envolvidos neste processo, em espaços que transcendem os espaços formais de ensino.

A proposta de se utilizar os espaços não formais de ensino na perspectiva da EA no ensino de Ciências da Natureza justifica-se, justamente, pela necessidade de garantir um comprometimento, por parte de todos, a começar pelos alunos na escola, com o espaço em que habitam, por meio do desenvolvimento de atividades educativas, visando a promoção de atitudes responsáveis e efetivas para com o meio ambiente.

Isto é importante porque se entende que a “Educação Ambiental (EA) é imprescindível para o conhecimento socioambiental e busca desenvolver na sociedade

atitudes e valores voltados à preservação ambiental” (MARTINS; TEIXEIRA; SOUSA, 2017, p. 321). Sendo assim, é papel da escola auxiliar nesse processo. E, nada melhor que utilizar os espaços não formais de ensino para efetivar essa proposta.

Mesmo porque, para que isso ocorra também é fundamental “estabelecer uma conexão entre os processos da educação formal com a educação não formal” (FREITAS; BERNARDES, 2013, p. 01). Ao fazer isso, permite-se a abertura de inúmeras possibilidades de trabalho da EA na sala de aula aliada aos espaços não formais de ensino.

Garante-se, desse modo, que sejam desenvolvidos, a partir de uma perspectiva crítica, ações de sensibilização e conscientização de modo mais efetivo, para que desta forma, o processo de ensino e aprendizagem possa cumprir com o seu papel e ainda contribuir para a formação de um cidadão autônomo, crítico, reflexivo, e, principalmente, comprometido com as questões socioambientais (RAMOS, 2021).

## **A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA**

É fato inquestionável que a sociedade atual está fortemente organizada e alicerçada no desenvolvimento científico e tecnológico (BRASIL, 2017). Nesse cenário, os conteúdos de Ciências e, por conseguinte, de Ciências da Natureza, estão cada vez mais presentes e são explorados na sala de aula e fora dela (FIORETTI, 2018).

Assim, quando se pensa em promover a Alfabetização Científica no ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, espera-se, entre outros aspectos, “promover a compreensão desse empreendimento, do grande feito e da luta árdua que representa, alegando que uma sociedade cientificamente literada dificilmente irá apoiar a ciência de forma acrítica” (FIORETTI, 2018, p.54).

Outro ponto positivo de se buscar a Alfabetização Científica dos alunos reside na necessidade que se tem de poder “colaborar para formar cidadãos críticos para questões que envolvem a sociedade, promovendo a tomada de decisões oportunas e assertivas (REIS *et al.*, 2019, p. 24)”, pois se sabe que assim como se tem benefícios advindos do desenvolvimento científico e tecnológico que tem permeado e melhorado a vida das pessoas, nas diversas sociedades com o passar do tempo, também tem promovido desequilíbrios e degradações na natureza e na sociedade (BRASIL, 2017).

Diante disso, a Alfabetização Científica é vista como sendo “um pré-requisito para tornar possível a democracia e assegurar o desenvolvimento sustentável das nações” (RAMOS, 2021, p. 19). Logo, considerando as competências específicas a serem promovidas nos anos iniciais do Ensino Fundamental, principalmente no que compete ao ensino de Ciências da Natureza, fazer isso além de importante, assegura que, por meio de diferentes oportunidades de aprendizagem, o estudante possa apreender, compreender e produzir conhecimentos que o ajudem em sua vida cotidiana, para que se tornem indivíduos mais responsáveis.

A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê, quando trata do ensino de Ciências da Natureza, ao reforçar o compromisso dessa área com a formação integral dos alunos, que seja promovido o letramento científico dos estudantes, como forma de permitir uma compreensão mais eficaz dos conhecimentos obtidos (BRASIL, 2017).

Esse letramento científico que é abordado na BNCC “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2017, p. 321), sendo, portanto, imprescindível o uso de estratégias diferenciadas no processo educativo que promovam tal letramento.

Nessa perspectiva de Alfabetização Científica no ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a presente proposta de produto educacional parte da premissa de que ter letramento científico é de fundamental importância, pois:

Arelado a esses avanços científicos e tecnológicos, nasce a urgente necessidade de formação de uma sociedade capaz de compreender a ciência e a tecnologia de forma crítica e transformadora, levando em conta aspectos do contexto social, para a percepção da dinâmica da ciência e da tecnologia junto à sociedade. Com isso, exercer a cidadania presume a conquista de uma ampla participação, contudo, comunicar-se no mundo contemporâneo, de forma democrática e responsável, pressupõe o domínio de aspectos tecnocientífico, ou seja, a aquisição de conhecimentos acerca das relações que permeia a ciência e tecnologia (RAMOS, 2021, p. 20).

Sendo assim, alfabetizar cientificamente os alunos não é somente urgente, mas deve ser iniciado desde cedo para que eles possam compreender que, apesar dos avanços tecnológicos trazerem diversos benefícios, é preciso também refletir e desenvolver ações conscientes que ajudem a diminuir os impactos causados por ela na vida em sociedade e no meio ambiente, pois isso também pressupõe adquirir o domínio tecnocientífico acerca das relações que permeiam o avanço desse desenvolvimento.

Deste modo, o ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental torna-se o espaço ideal para a Alfabetização Científica na escola, que aliada a utilização de espaços não formais de ensino, conforme pensado nesta proposta de sequência didática, para os alunos do 1º ano, permite, entre outros aspectos, “impulsionar transformações e formar indivíduos criativos, empreendedores e dotados de consciência global” (SOARES; LHULLIER, 2010, p. 02).

Considera-se, portanto, a Alfabetização Científica no Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, como um processo de construção e de transformação. Para que ela ocorra é necessário que o professor proponha estratégias, intervenções e tarefas de aprendizagem, que possibilitem o desenvolvimento de habilidades, competências e de comportamentos, que ajudem a modificar padrões já estabelecidos.

Mesmo porque, é devido à relevância e a necessidade de se trabalhar todas as questões que permeiam a vida social no meio em que cerca o aluno do 1º ano do Ensino Fundamental, que se pensou numa proposta de sequência didática, no ensino de Ciências da Natureza, utilizando um espaço não formal de ensino, na perspectiva da Educação Ambiental (EA), para promover a Alfabetização Científica.

A ideia é conciliar o desenvolvimento, preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida do ser humano, ao mesmo tempo em que se busca formar um cidadão mais consciente e envolvido nas discussões e decisões de questões relacionadas ao meio ambiente (CASCAIS; TERÁN, 2014).

## **METODOLOGIA**

O marco metodológico deste estudo empregou a abordagem qualitativa porque, além de caracterizar-se num método bastante rigoroso, cuidadoso e sistematizado, seu intuito é “coletar dados para verificar a hipótese, para fixar padrões de comportamento e confirmar teorias” (MOREIRA, 2004, p. 78).

A construção da revisão de literatura que foi feita “a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como

O espaço não formal de ensino e as suas potencialidades para a Educação Ambiental (EA) na...

livros, artigos científicos, páginas de web sites” (FURASTÉ, 2014, p. 34), pois permitiu conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

A pesquisa exploratória foi empregada visando “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (TEIXEIRA, 2007, p. 78), permitindo, dessa forma, o aprimoramento de ideias, mediante a consideração dos mais variados aspectos relativos ao problema estudado.

Para a apresentação da sequência didática, considerou-se a definição de Zabala (1998, p. 18) que esclarece tal proposta como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (...)”, levando em consideração o conhecimento prévio do estudante, visando o pedagógico, a aprendizagem e o planejar das atividades, por meio dos materiais que potencializam a melhoria do processo educativo e a mediação do fazer pedagógico docente, conforme observado no QUADRO 1:

Quadro 1 – Etapas e desenvolvimento da sequência didática

<b>Etapas da sequência</b>	<b>Carga horária</b>	<b>Desenvolvimento</b>
Problematização	1h	Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes referente ao tema proposto.
Organização do Conhecimento	2h50min.	Recorte das questões levantadas a partir do conhecimento prévios dos alunos, contextualização e consolidação do assunto e aula passeio.
Aplicação do Conhecimento	2h10min	Confecção de mural interativo, aplicação do conhecimento e exposição oral pelos alunos.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A sequência didática, composta pelos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), terá uma carga horária distribuída em 6 horas de aula, ou conforme observado ao tempo destinado para o trabalho da disciplina de Ciências da Natureza, serão necessários para a sua execução um total de 7 aulas de 50min. cada.

## **SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO RESÍDUOS SÓLIDOS**

Com o objetivo de analisar a importância e as potencialidades do espaço não formal de ensino para a Educação Ambiental (EA) na perspectiva da Alfabetização Científica na disciplina Ciências da Natureza, foi elaborada uma sequência didática, enquanto proposta de produto educacional a ser desenvolvida no 1º ano do Ensino Fundamental, sobre o conteúdo Resíduos Sólidos, tendo como fio condutor os três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), conforme consta no QUADRO 2.



Quadro 2 – Proposta de sequência didática sobre o conteúdo Resíduos Sólidos

<b>Componente Curricular</b>	<b>Série</b>	<b>Carga horária prevista</b>
Ciências da Natureza	1º ano do Ensino Fundamental	6h aula ou 7 aulas de 50min.
<b>Delimitação temática</b>		
<b>Competência específica:</b> 8 – Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.		
<b>Eixo temático:</b> Matéria e Energia		
<b>Habilidade:</b> EF01CI01 – Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado, reconhecendo o que é matéria-prima e o produto.		
<b>Objetos de conhecimento:</b> Propriedades, características e usos dos materiais.		
<b>Situações de Aprendizagens</b>		
<b>Atividade 1: Problematização</b> – Na sala de aula, o(a) professor(a) exibirá imagens ou objetos referentes aos resíduos sólidos para que os alunos observem, analisem e reflitam acerca do conteúdo, relacionando ao seu cotidiano. Será utilizado também o livro didático de Ciências para problematizar o conteúdo.		
<b>1º Momento:</b> Após a observações e indagações, os alunos serão questionados sobre os seguintes pontos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vocês sabem o que são resíduos sólidos?</li> <li>▪ Quais dos objetos apresentados estão presente no seu dia a dia?</li> <li>▪ Você acredita que a forma como eles são jogados no meio ambiente é correta?</li> <li>▪ Esse descarte prejudica o meio ambiente?</li> </ul>		
<b>2º Momento:</b> Ao realizar os questionamentos, os alunos terão a oportunidade de se expressem de forma espontânea e livre, expondo os seus conhecimentos prévios acerca do assunto levantado, enquanto o(a) professor(a) realiza anotações das questões abordadas, conduzindo-os de modo interativo e dialogado.		
<b>Objetivo da aprendizagem:</b> Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos relacionados a resíduos sólidos e o descarte no meio ambiente.		
<b>Carga horária:</b> 1h		
<b>Atividade 2: Organização do conhecimento</b> – Início da aula trazendo um recorte das questões levantadas na aula anterior, com contextualização dos conceitos na prática por meio de uma roda de conversa com os alunos e exibição de vídeo explicativo do assunto.		
<b>1º momento:</b> O(A) professor (a) iniciará a aula trazendo um recorte das questões levantadas na aula anterior e os conhecimentos prévios expostos pelos alunos para que tenham a oportunidade de organizar seus conhecimentos iniciais sobre o assunto.		
<b>2º momento:</b> Alguns alunos irão pegar um objeto classificado como resíduos sólidos, e, com a ajuda do(a) professor(a), mostrará para a turma as suas características (textura, material e o tempo de decomposição do material no ambiente).		
<b>3º momento:</b> Após a exposição, com o auxílio da lousa digital, será exibido um vídeo explicando o que são os resíduos sólidos, os impactos no meio ambiente, etc., explorando o assunto em sua totalidade, numa linguagem acessível.		
<b>Objetivo da aprendizagem:</b> Apresentar uma situação problema para discussão e aquisição do conceito mais geral sobre os resíduos sólidos.		

<b>Carga horária:</b> 50min.
<b>Atividade 3: Organização do conhecimento</b> – Realização de aula passeio dentro e no entorno da escola, com o intuito realizar a coleta de resíduos sólidos, com o auxílio da professora, mediante o uso de luvas e material apropriado.
<b>1º momento:</b> No percurso da coleta, os alunos serão indagados sobre o material encontrado (de que é feito, a textura, tempo de decomposição, como é classificado ao ser jogado no lixo, impactos no meio ambiente).
<b>2º momento:</b> Em sala de aula, será realizada a separação, classificando pelo material, e o que não for aproveitado será descartado de forma correta no lixo seletivo da escola.
<b>Objetivo da aprendizagem:</b> Discutir e caracterizar os conceitos relacionados aos tipos da matéria prima dos resíduos sólidos, coleta seletiva e reciclagem.
<b>Carga horária:</b> 2h.
<b>Atividade 4: Aplicação do conhecimento</b> – Os alunos serão divididos em grupos, onde irão confeccionar um mural interativo a partir dos materiais que foram aproveitados e separados, caracterizando-os, com exposição oral do trabalho produzido e exposição visual no pátio para as demais turmas observarem o conhecimento alcançado.
<b>1º momento:</b> Confeção do mural interativo utilizando uma amostragem dos resíduos sólidos encontrados após o passeio dentro e no entorno da escola, utilizando-se dos conhecimentos adquiridos no processo, mediante o auxílio do(a) professor(a) para a produção.
<b>2º momento:</b> Apresentação oral dos murais pelos alunos, destacando-se os passos utilizados para a confecção, as dificuldades e desafios que sentiram ao produzir e o que aprenderam diante do conteúdo trabalhado contemplado no livro didático de Ciências.
<b>3º momento:</b> Exposição dos murais interativos no pátio da escola para as demais turmas observarem o conhecimento alcançado.
<b>Objetivo da aprendizagem:</b> Avaliar, a partir da produção individual e coletiva, a aplicação dos conhecimentos apreendidos no decorrer de todo o processo, levando em consideração os conhecimentos prévios, o entendimento cognitivo e a aplicação em outros contextos.
<b>Carga horária:</b> 2h 10min.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tomando como base a sequência didática produzida, constituem-se os instrumentos de avaliação todos os mecanismos utilizados para avaliar a aprendizagem dos estudantes do decorrer do desenvolvimento das atividades propostas com a finalidade de se saber se os objetivos de aprendizagem propostos foram ou não alcançados, assim como se evidenciam os recursos didáticos e pedagógicos a serem utilizados ao longo do seu desenvolvimento, conforme se pode observar no QUADRO 3:

Quadro 3 – Processo avaliativo da sequência didática

<b>Atitudinal envolvido nas situações de aprendizagem</b>	<b>Instrumentos de avaliação</b>	<b>Recursos</b>
➤ Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos relacionados a resíduos sólidos e o	➤ Observação; ➤ Participação e envolvimento nos questionamentos e em todas as atividades;	Será disponibilizado aos alunos todos os materiais que se fizerem necessários para a execução das atividades propostas,

<p>descarte no meio ambiente;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apresentar uma situação problema para discussão e aquisição do conceito mais geral sobre os resíduos sólidos como madeira, plástico;</li> <li>➤ Discutir e caracterizar os conceitos relacionados aos tipos da matéria prima dos resíduos sólidos, coleta seletiva e reciclagem;</li> <li>➤ Avaliar, a partir da produção individual e coletiva, a aplicação dos conhecimentos apreendidos no decorrer de todo o processo, levando em consideração os conhecimentos prévios, o entendimento cognitivo e a aplicação em outros contextos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exposição oral;</li> <li>➤ Trabalho individual e em grupo.</li> </ul>	<p>podendo ser adaptado o que se fizer necessário quando da inexistência do recurso principal.</p>
--	--	--

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A sequência didática proposta, fundamentada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), são apenas sugestões de como trabalhar o conteúdo Resíduos Sólidos previstos no currículo escolar dos alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, tendo como espaço não formal de ensino a aula passeio dentro e no entorno da escola, na perspectiva da EA, visando a Alfabetização Científica na disciplina Ciências da Natureza.

No caso deste estudo, a presente sequência didática foi elaborada tendo como base a proposta de trabalho contida na ementa da disciplina de Introdução as Ciências Naturais no Ensino Fundamental I, do Mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Estadual de Roraima (UERR), cujos resultados mostraram estar apta a ser utilizada, devendo apenas ser adaptada à realidade na qual será inserida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou claro com a realização deste trabalho que os avanços tecnológicos ocorridos na sociedade têm ocasionado mudanças profundas nas relações entre homem, natureza e sociedade, o que têm colocado a humanidade diante de sérios problemas de proporções planetárias. Nessa circunstância, há necessidade urgente de ampliar as concepções de Educação Ambiental (EA) para a construção de indivíduos críticos capazes de tomar decisões responsáveis.

Reitera-se, portanto, que nesse cenário, a escola ocupa um espaço de aprendizagem, formação, desenvolvimento e interação ideal, onde muitas crianças e adolescentes passam boa parte do seu dia. No entanto, a educação formal não é a única responsável pelo processo educacional, visto que os elementos oferecidos na sala de aula já não são suficientes para formar um sujeito de posição social, pensante, crítico, participativo e transformador, por isso a necessidade de se buscar parcerias com outros espaços e com novas formas de aprendizagens.

E, uma forma de fazer isso é utilizando os espaços não formais de ensino, onde a educação pode ser processada, para além da escola e de toda a sua estrutura, pois agregam conhecimentos científicos diversos, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, sem que o seu objetivo principal seja somente o ensino, mas a divulgação do conhecimento científico.

Evidencia-se aí, a existência de diferentes espaços não formais de ensino, alguns institucionalizados e outros não. Mas, todos possuem um objetivo em comum que é divulgar o conhecimento científico, ao mesmo tempo em que promovem o ensino e a aprendizagem, pois o intuito é muito mais designar ideias que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos.

No caso desse trabalho, utilizou-se a aula passeio dentro e no entorno da escola, como espaço não formal de ensino, que permitiu desde a problematização inicial do assunto a ser trabalhado, que foi Resíduos Sólidos, perpassando pela organização do conhecimento e, culminando com a sua aplicação prática pelos alunos.

O conteúdo foi explorado na perspectiva da EA visando a Alfabetização Científica dos estudantes, na disciplina de Ciências da Natureza, no 1º ano do Ensino Fundamental, utilizando-se de um espaço não formal de ensino, tendo em vista se perceber que educar e ensinar não são mais papéis exclusivos da escola. Outros espaços educativos também são plenos de saberes que por seu significado educativo podem e devem ser apropriados pelos estudantes em seu processo de ensino e aprendizagem por meio de um caminho metodológico mais dinâmico e significativo, como foi o envolvimento dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

E, apesar da sequência didática exposta neste trabalho não ter sido aplicada ainda, acredita-se que ela pode ser usada sim por professores do 1º ano do Ensino Fundamental quando for trabalhado o conteúdo Resíduos Sólidos, pois configura-se como um produto educacional implementado e aprovado a partir dos conhecimentos aprendidos na disciplina de Introdução as Ciências Naturais no Ensino Fundamental I, do Mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Estadual de Roraima (UERR).

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus por ter nos sustentado até aqui. As nossas professoras orientadoras da disciplina de Espaços Não-Formais no Ensino de Ciências, do Mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Estadual de Roraima (UERR), pelos conhecimentos compartilhados, pela troca de experiências e, principalmente, pelo apoio e orientação dado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEB, 2017.

CASCAIS, M. das G. A.; TARÁN, A. F. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. **Ciência em Tela**, v. 7, nº 2, 2014.

CHAVES, R. C. C.; RIZATTI, I. M. **Produto Educacional**: Perspectiva de Aprendizagem no Parque Municipal Germano Augusto Sampaio. *In*: SOUZA, Juliane Marques de; RIZZATTI, Ivanise Maria (Orgs.). **Sequências Didáticas para o Ensino de Ciências**. Orgs. Boa Vista-RR, UERR Edições, 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNANBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FIORETTI, E. C. **Desafios e possibilidades para a formação continuada de professores de crianças de 4 e 5 anos para a literária científica no Município de Amajari**. 2018. 258p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2018.

FREITAS, B. de; BERNARDES, M. B. J. Educação Ambiental: ações educativas em espaços não formais. *In*: **XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE; II Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação – SIRSSE; IV Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente – SIPD/CATEDRA UNESCO**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, de 23 a 26/09/2013.

FURASTÉ, P. A. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico**: Elaboração e Formatação. Explicação das Normas da ABNT. 14. ed. Porto Alegre: s.n., 2014.

MARTINS, B. T. A.; TEIXEIRA, C.; SOUSA, F. F. de. Centro de Educação Ambiental: um espaço não formal de Educação Ambiental na visão de professores das escolas estaduais de Itaúna – MG. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, Rio Grande, v. 34, n. 3, p. 320-339, set./dez. 2017.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. de. Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatura. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 1087-1110, out./dez., 2017.

MOREIRA, M. A. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília: ano 1, n 1. Julho de 2004. p. 134.

RAMOS, E. S. M. **A escola e seu entorno**: possibilidades de alfabetização científica e tecnológica a partir do tema gerador “resíduos sólidos” na perspectiva docente. 2021. 190p. Dissertação (Mestrado). Orientadora Profa. Dra. Ivanise Maria Rizzatti. Universidade Estadual de Roraima (UERR), Boa Vista (RR), 2021.

REIS, E. F. dos *et al.* Espaços não formais de educação na prática pedagógica de professores de Ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá - MT, v. 7, n. 3, set-dez 2019.

SANTOS, A. T. dos *et al.* Espaços não formais de ensino: reflexões sobre as possibilidades de abordar temas transversais. *In: XI Scientiarum História – Filosofia, Ciências e Artes: conexões interdisciplinares “Sacudindo a poeira”*, Rio de Janeiro, HCTE/NCE/CCMN, UFRJ, 7 a 9 de novembro de 2018.

SOARES, E. M. do S.; LHULLIER, C. Ambientes não formais de aprendizagem e a formação do professor de Ciências. *In: V Congresso Internacional de Filosofia e Educação*, Caxias do Sul, RS, maio de 2010.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias**: acadêmica, da ciência e da pesquisa. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.


Capítulo 10

## O TEMA ÁGUA E SUA INSERÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DOS ANOS INICIAIS.


**Vânia Aparecida de Oliveira Silva, Vânia Galindo Massabni, Vanice Conceição de Melo Simões**

**Resumo:** O livro didático se apresenta como uma fonte de informações bastante utilizada por professores e estudantes, muitas vezes como instrumento norteador das práticas pedagógicas. Frente a esse cenário, este artigo tem como objetivo identificar e analisar como o tema Água é abordado nos conteúdos de livros didáticos, do 1º ao 5º Ano do Ensino Fundamental na disciplina de Ciências recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa através da análise documental, onde foram estabelecidos critérios que pudessem ajudar na investigação do estudo. Os resultados apontam que, mesmo tendo sido recomendados pelo PNLD, os livros apresentam pontos que precisam ser aprimorados. É necessário que o trabalho com essa temática proporcione uma visão crítica considerando as causas e consequências dos problemas hídricos que corrobora para uma transformação social. Caberá ao professor ou professora que for utilizar a coleção valorizar esta contextualização sobre a água, para um real envolvimento dos estudantes com o tema.

**Palavras- chave:** Educação ambiental. Práticas pedagógicas. PNLD. Recursos hídricos.

Vânia Aparecida de Oliveira Silva (  ). Universidade de São Paulo/ São Carlos, Brasil. vania.oliver@usp.br/  
<http://lattes.cnpq.br/6875993147417658>

Vanice Conceição de Melo Simões (  ). Universidade de São Paulo/ São Carlos, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/6875993147417658>

Vânia Galindo Massabni (  ). Prof. Drª da Universidade de São Paulo/ ESALQ - Piracicaba, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/0201072026783042>

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

A seleção dos livros didáticos pelas escolas e seus professores constitui uma responsabilidade de natureza social e política. Conhecer sua utilização como recurso pedagógico dá mais segurança no desenvolvimento do trabalho do professor.

Em tempos da pandemia da Covid-19, os livros didáticos, tornam-se necessários para se chegar às informações que por outras vias não se é possível, uma vez que muitos não têm acesso à tecnologia para obter informação e os livros se tornam a única fonte de pesquisa. Nesse contexto, o presente artigo pretende analisar como o tema água se apresenta nos conteúdos dos livros didáticos de ciências. Por exemplo, as atividades propostas são contempladas de forma reflexiva e crítica? Possibilitam alfabetização científica? Para tanto, utilizou-se um roteiro de análise, elaborado para este estudo.

Para responder essa questão foram analisados os livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), Buriti Mais Ciências da Editora Moderna, do componente curricular de ciências do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, correspondentes a avaliação do quadriênio 2019 - 2022.

O PNLD é uma política pública que tem como um de seus objetivos distribuir materiais didáticos de qualidade aos alunos das escolas brasileiras, nas modalidades de Ensino Fundamental, Médio e de Educação para Jovens e Adultos (EJA) (BRASIL, 2017).

Políticas Públicas são realizadas para garantir a distribuição para as escolas públicas brasileiras receberem os livros do PNLD como: livros didáticos, paradidáticos, dicionários e guia do professor. A análise do livro didático constitui o objeto de nossa atenção devido à importância que o mesmo possui na ação pedagógica do professor.

É preciso observar, no entanto, que as possíveis funções que um livro didático pode exercer não se tornam realidade, caso não se leve em conta o contexto em que ele é utilizado. Noutras palavras, as funções acima referidas são histórica e socialmente situadas e, assim, sujeitas a limitações e contradições. Por isso, tanto na escolha quanto no uso do livro, o professor tem o papel indispensável de observar a adequação desse instrumento didático à sua prática pedagógica e ao seu aluno. (BRASIL, 2007, p.12).

A escolha do livro didático deve ser um momento de reflexão do professor junto aos seus pares e sua participação nessa análise e definição conjunta das obras, tem muita importância, uma vez que possibilitará aos estudantes o acesso aos materiais adequados à sua realidade e às propostas pedagógicas da sua escola. (PNLD 2020, p.2).

De acordo com Basso (2013, p.2), os materiais que o Ministério da Educação fornece às escolas “[...] têm como função contribuir para o trabalho docente e para o desenvolvimento do processo de ensino/aprendizagem dos alunos”.

Embora os livros didáticos não sejam o único instrumento do trabalho pedagógico do professor, têm espaço garantido nas escolas de educação básica, pois são utilizados como subsídios em suas práticas educativas e em sua própria formação (LAJOLO, 1996). Assim, o livro de ciências se faz um instrumento que dialoga como outros tipos de saberes, sobretudo com o pensamento crítico.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais apontam o que se espera do ensino de Ciências:

O ensino de Ciências Naturais também é espaço privilegiado em que as diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostos e comparados. É espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. Contrapor e avaliar diferentes explicações favorece o desenvolvimento de postura reflexiva,



crítica, questionadora e investigativa, de não aceitação a priori de ideias e informações. Possibilita a percepção dos limites de cada modelo explicativo, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e ação (BRASIL, 1998, p. 22).

Dentro desse contexto, o ensino das ciências da natureza corrobora para a formação do pensamento científico, crítico e criativo dos estudantes, auxiliando-os na construção de autonomia e como futuros agentes de mudanças. Essas características estão de acordo com as competências gerais propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017).

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2017, p.322).

Desta forma, buscamos entender de que modo os textos dos livros didáticos vêm contemplando a temática água e como dialogam com os diferentes discursos da educação ambiental. De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA).

O Brasil é um dos países que possui maior disponibilidade de água doce do mundo. Isso traz um aparente conforto, porém os recursos hídricos estão distribuídos de forma desigual no território, espacial e temporalmente. Esses fatores, somados aos usos intensivos da água pelas diferentes atividades econômicas nas bacias hidrográficas brasileiras e os problemas de qualidade de água decorrentes da poluição hídrica, exigem ações de gestão dos recursos hídricos cada vez mais efetivas. (ANA, 2019, p. 7).

A Constituição Federal de 1988, Artigo 225, em seu parágrafo VI discorre sobre a necessidade de “Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” e, nesta perspectiva, há a necessidade de trabalhar a educação ambiental na escola porque ela está amparada em um direito previsto na legislação brasileira (BRASIL, 1988).

Portanto, a educação ambiental na escola deve ser desenvolvida como um processo permanente de aprendizagem que valoriza as diversas formas de conhecimento na formação de cidadãos com consciência local e planetária (BNCC, 2017). Nesse sentido a educação ambiental, ao educar para a cidadania, pode desenvolver um ato política e contribuir para formar indivíduos responsáveis pelo mundo que habita (SORRENTINO et al., 2005).

A educação ambiental assume um papel cada vez mais desafiador, segundo Libânio (2008), os conteúdos devem estar de acordo com os conhecimentos científicos atuais, sendo abordados de forma que desenvolva as relações com as experiências e problemas da vida prática. Assim, os educadores têm um papel importante e decisivo quanto a abordagem da educação ambiental na escola, levando os educandos para uma reflexão crítica e de transformação social. (JACOBI, 2005).

Nessa perspectiva, o tema água deve estar presente no contexto educacional, tanto na educação formal como na não formal, com enfoque na ética e na formação do cidadão consciente do lugar que ocupa no mundo, num mundo real, dinâmico, que parte do local e se relaciona com o global, assim adotar por meio de atitudes cotidianas, medidas de valorização desse bem tão precioso, a partir de uma postura crítica entendendo portanto, que o equilíbrio e o futuro do nosso planeta dependem da preservação dos recursos hídricos. Segundo Galizoni (2005):

A água é um recurso único, insubstituível, base da vida, que se aprende a compreender como uma totalidade indispensável, algo dado de antemão na estruturação de qualquer

sociedade. Por isso é percebida por boa parte dos agrupamentos humanos como uma “segunda natureza”, algo tão inerente à sociedade que há dificuldades em manter distanciamento para se refletir sobre ela. Isto só ocorre quando sua ausência provoca transtorno para a pessoa e coletividade. (GALIZONI, 2005, p.11).

Nesse sentido, Palmieri e Massabni (2020) afirmam que a educação ambiental não deve estar voltada somente em ações individuais, mas abordadas no coletivo, com práticas que visem a uma reestruturação social com a valorização da solidariedade. Bacci e Pataca (2008) apontam que a educação para a água deve partir do pressuposto de que a mesma pertence a um sistema maior, integrado e que necessita de uma abordagem mais efetiva de transformação social.

Temos que repensar as práticas existentes e levar em consideração as causas e consequências relacionados aos recursos hídricos, relacionando-as com as desigualdades sociais, as questões políticas, culturais e econômicas, abordando assim uma visão crítica à temática (DANELUZZI; PALMIERI, 2022).

É interessante observar que em relação à água diversos significados têm sido construídos tanto em relação a sua importância como um elemento natural quanto em seus sentidos simbólicos para diferentes sociedades Eliade *apud* Ribeiro (2009) consideram que as águas:

Simbolizam a soma universal das virtualidades; reservatório de todas as possibilidades de existência; elas precedem toda forma e sustentam toda criação. A água é a origem da vida e o elemento de regeneração corporal e espiritual, o símbolo da fertilidade, da pureza, da sabedoria e da virtude (ELIADE *apud* RIBEIRO, 2009, p.111).

No entanto, o presente artigo pretende analisar se a abordagem sobre a água é realizada como forma de conscientização que proporcione a tomada de atitudes conscientes dos estudantes.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é analisar como o tema Água é abordado nos conteúdos dos livros didáticos de Ciências, recomendados pelo PNLD (2019 -2022) para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

## **METODOLOGIA**

A análise dos livros didáticos do estudo teve como material de referência os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Foi realizada a análise nos livros didáticos do estudante, no entanto em algumas situações, para uma melhor compreensão sobre o que tinha sido solicitado, foi necessário fazer uma análise sobre as recomendações presentes no livro do professor. Os livros eram do PNLD Buriti Mais Ciências do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, da Editora Moderna, correspondentes a avaliação do quadriênio 2019 - 2022 da disciplina de ciências, código da coleção 0155P19031.

Configurou-se uma abordagem qualitativa, como principal procedimento metodológico a análise documental, que segundo Ludke e André (1986 p.38) "constitui numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”.

Para orientar a coleta de dados foi realizada uma leitura detalhada dos livros didáticos, se apoiando nos procedimentos metodológicas de Lima & Mito (2007) através de:

- Reconhecimento do material - rápida leitura do material com a intenção de localizar e selecionar os dados e informações referentes à pesquisa;
- Leitura Exploratória – associada à leitura de reconhecimento tem o propósito de checar se as informações e dados selecionados são relevantes para o estudo;

- Leitura Seletiva - momento em que se avaliou o material e identificou-se quais dados eram importantes para o objetivo da análise documental deste artigo.
- Depois de realizadas as análises, passou-se à escrita do relatório abordando os aspectos solicitados na ficha de análise.

As autoras deste trabalho elaboraram um roteiro numa ficha de análise e foram estabelecidos critérios pensando no contexto da educação ambiental e na abordagem da temática água. São eles: apresentação do conteúdo; qualidade e clareza do texto; adequação metodológica; princípios éticos e educação para a cidadania; relação entre ciências, tecnologia e sociedade; ilustração e atividades investigativas. Tais critérios foram sintetizados por meio de um quadro contendo presença e ausência, localizados no item resultados do artigo.

Ao ler cada obra, foi preenchida uma ficha de análise, sendo uma ficha para cada ano escolar, que está presente no Quadro 1:

Quadro 1- ficha de análise

Apresentação de conteúdos
Qualidade e clareza
Adequação metodológica
Princípios éticos e educação para a cidadania
Relação sobre ciências, tecnologia e sociedade
Ilustração
Atividades investigativas

Fonte: Elaborado pelas autoras.

## RESULTADOS

Durante a análise dos livros, anotaram-se as passagens nas quais o conteúdo sobre água se referia a sua distribuição no planeta, seu uso no cotidiano e na sociedade e as questões ambientais a ela diretamente relacionadas, como secas, enchentes, derretimento de calotas polares, entre outras. Outros conteúdos que podem abordar a água não foram anotados como “presentes” e não fizeram parte da análise, por entendermos que estão menos relacionados às questões ambientais e a água como recurso, tais como: seres vivos que necessitam de água em seu desenvolvimento, propriedades materiais, entre outros. Embora pudessem estar presentes nos livros analisados, não fizeram parte do escopo deste estudo. Os resultados apresentados a seguir compuseram as fichas de análise e estão sintetizados no Quadro 2.

Nas coleções analisadas observou-se que o tema água no livro do 1º, se apresenta por meio de atividades relacionadas à higiene pessoal, como lavar as mãos, escovar os dentes, tomar banho entre outras. No 2º ano, se configura por meio de atividades sobre a exploração dos elementos vivos e não vivos que fazem parte do ecossistema. São poucas as intervenções que demandam um olhar para o cuidado com esse recurso. No entanto, mesmo tímidas, aparecem em uma pesquisa na página 52 do livro do 1º ano, que propõe fazer um levantamento de quantos estudantes economizam água e no 2º ano, na página 70, reforçam alguns comportamentos ambientalmente responsáveis referentes aos cuidados com o meio ambiente e chamando atenção para o descarte irregular de resíduos sólidos.

Quadro 2- análise dos conteúdos: presença (x) ou ausência (-), sendo a presença anotada ao ser encontrada uma ou mais vezes no livro referente ao ano estudado.

<b>Crítérios de análise</b>	<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>	<b>4º ano</b>	<b>5º ano</b>
Apresentação de conteúdos	x	x	x	x	x
Qualidade e clareza	-	-	x	x	x
Adequação metodológica	x	x	x	x	x
Princípios éticos e educação para a cidadania	x	x	x	x	x
Relação sobre ciências, tecnologia e sociedade	-	-	-	-	x
Ilustração	-	-	-	-	x
Atividades investigativas	-	-	-	-	x

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De modo geral, o livro do 1º ano, nos capítulos I e II, aborda a identidade do estudante e no capítulo III contempla as fases de desenvolvimento dos seres vivos e capítulo IV trata sobre as características dos materiais.

Com relação ao 2º ano, o capítulo I aborda os cuidados com a saúde e higiene, o capítulo II trata sobre ambientes bióticos e abióticos, o capítulo III refere-se as plantas e no capítulo IV explica sobre as características dos materiais.

Os conteúdos do 3º ano apresentam a temática água no que se refere à sua distribuição no planeta, seu uso no cotidiano e na sociedade e as questões ambientais em vários textos e atividades. Na página 98, o livro solicita aos estudantes que leiam o texto sobre a água no planeta e pintem o diagrama de acordo com as informações presentes no texto. Nessa mesma linha, o texto “O mundo em que queremos”, da página 100, apresenta o texto água como um direito de todos e problematiza em quais situações a falta de água pode ameaçar a vida de pessoas ou afetar a sua saúde. Após as discussões, há uma proposta de atividade, em que o aluno deve pesquisar sobre a falta d’água na cidade ou região e escrever uma carta ou um e-mail para os governantes darem atenção ao problema e criarem projetos para fornecer água para todos.

Em relação aos conteúdos presentes no livro didático do 4º ano, apresentam várias atividades para os alunos: na página 84, há uma atividade para que os estudantes observem uma figura de um ecossistema de um rio e reflitam sobre o que aconteceria se a água do mesmo fosse poluída e a maioria das algas morresse; nas páginas 97 e 98, o conteúdo trabalhado é sobre a mudança dos estados físicos da água, apresenta um texto informativo e como atividade proposta, questionamentos sobre ele; na página 99, aborda o texto “Derretimento do gelo nos polos” com imagens de satélites do Ártico de 1979 e de 2012, fazendo um comparativo e chamando a atenção sobre o derretimento do gelo nos polos como consequência da ação humana e o aquecimento global.

No conteúdo do livro didático do 5º ano foi verificada a presença da água nos capítulos II, III e IV. Citaremos aquelas atividades que de fato trabalham a água de acordo com as habilidades específicas para a disciplina de ciências da natureza em consonância com a BNCC. No capítulo II, na página 13 sobre os recursos naturais, propõe uma análise de um panfleto sobre a água e pede para que o estudante identifique sua utilidade e cite mais dois exemplos. Nessa atividade, há uma problematização para saber os conhecimentos do estudante sobre o assunto, quando lança o questionamento sobre a seguinte afirmação: “*um garoto disse que a água é um recurso renovável, por isso não havia necessidade de economizá-la*”, logo em

seguida solicita aos estudantes que expliquem suas considerações sobre a afirmação ser verdadeira ou não; nas páginas 50 e 51, apresentam uma imagem de um rio e pessoas tomando banho, propõe uma discussão mediada pelo professor sobre a importância da água para a existência da vida; nas páginas 52 e 53, há uma proposta de se construir um pluviômetro para medir a quantidade de chuva num período de 15 dias e elaboração de um gráfico de acompanhamento com questões para serem respondidas.

No capítulo III, na página 70, há o texto “Ciclo da Água: mananciais” com uma imagem de moradias irregulares construídas próximas à área de manancial, solicita aos estudantes que listem o que poderia ser feito para melhorar a qualidade da água desse importante recurso. No capítulo IV, nas páginas 74 e 75, apresentam um infográfico sobre os usos e o consumo da água nas atividades domésticas e uma notícia sobre uma cidade de Minas Gerais que multará pessoas que estiverem desperdiçando água, a proposta é analisar as figuras para levantar questionamentos sobre o uso consciente desse recurso.

Há também uma proposta dos estudantes elaborarem uma capa e matéria de uma revista sobre uma cidade que reduziu o desperdício de água, descrevendo como os moradores reduziram seu consumo; nas páginas 76 e 77, o infográfico aborda a poluição das águas, demonstrando como o lançamento do esgoto, dos agrotóxicos e descarte dos resíduos lançados pelas embarcações podem prejudicar a vida marinha e questionamentos sobre como podemos evitar os problemas que aparecem no infográfico. Complementando a mesma atividade, nas páginas 80 e 81, é apresentado um esquema dos efeitos resultantes da mudança climática (secas, enchentes, impactos nas atividades agrícolas, entre outras). Também propõe uma pesquisa em grupo sobre como a produção agrícola impacta e é impactada pela mudança climática; discussões sobre o que pesquisaram e possíveis soluções para o problema. A atividade tem como sugestão a escrita de uma carta para a Secretaria do Meio Ambiente do estado em que o estudante vive, sobre as soluções apresentadas para o problema.

O foco principal da nossa análise foram os livros didáticos de ciências do estudante, embora algumas vezes foi necessário a utilização do guia do professor para uma investigação mais detalhada. Foi possível observar que nem sempre o que estava presente no guia do professor para ser explicado ou discutido estava evidenciado por escrito no livro do estudante. Nota-se, portanto, a necessidade da intervenção do professor em várias situações para uma melhor compreensão do educando, em relação aos conteúdos apresentados.

Ao analisar os livros, procurou-se verificar se havia a presença de conteúdos relacionados à água e como estes se apresentavam: textos explicativos, imagens de apoio e atividades para o aluno. Também só foram observados quando estes se referiam a água e seu uso pelo ser humano, sua distribuição no planeta em rios, mares, lagos e seu ciclo e problemas ambientais relacionados à água.

Embora os textos apresentados nos livros do 1º aos 5º anos sugiram um caráter informativo e a pretensão de esclarecer os conteúdos sobre a água de forma direta e objetiva, percebeu-se algumas vezes conteúdos fragmentados e desconexão entre os parágrafos, como se nota na Figura 1 a quebra de raciocínio entre aquífero e nuvens. No entanto essa característica não comprometeu o apoio nele para responder os exercícios.

Quanto à adequação metodológica, os conteúdos que se apresentam nos livros didáticos, estão de acordo com as habilidades específicas definidas pela BNCC para o componente Ciências da Natureza, porque valorizam a contextualização dos assuntos e a relação com a vida do aluno. Os mesmos se conectam por meio de habilidades de cada ano: 1º ano, a habilidade explorada é a (EF01CI03) Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde; 2º ano, (EF02CI01) Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado; 3º ano, a habilidade



Ao realizar as análises, percebeu-se que são poucas as propostas que trazem a tecnologia considerando a relação entre ciência, tecnologia e sociedade na questão hídrica, sendo que a tecnologia é um recurso para aprimorar o processo pedagógico e ajuda a motivar, engajar e estimular o protagonismo dos estudantes, que crescem em um ambiente de constantes mudanças tecnológicas. Foi possível encontrar, no manual do professor do 5º ano, p.78, uma atividade que propõe acessar um vídeo do YouTube sobre o funcionamento da Estação de Tratamento da Água (ETA); na p. 80 propõe um vídeo sobre “Ás águas e mudanças climáticas” no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para complementação do assunto.

As ilustrações compreendem desenhos, esquemas, fluxogramas, fotografias, gráficos, mapas, organogramas e outros, são utilizadas como recursos para elucidar um texto, despertar a curiosidade, facilitar a compreensão sobre determinados temas e ampliar os significados do texto (PALHARES, 2012). Também auxiliam no desenvolvimento de competência da capacidade de interpretação, do pensamento crítico e a alfabetização cartográfica. Percebeu-se a sua presença no livro didático do 5º ano na p.74 onde há um infográfico sobre o uso e o consumo da água nas atividades domésticas; nas páginas 76 e 77, as mesmas abordam a poluição das águas, agrotóxicos e descartes dos resíduos e na 78, representam a Estação de Tratamento de Água.

Em relação às atividades que estimulam alfabetização científica, para que os estudantes possam levantar hipóteses sobre os fenômenos científicos e comprovar as teorias para potencializar a compreensão dos conteúdos estudados em sala de aula e colocar conhecimento científico mais próximos dos mesmos (SASSERON; CARVALHO, 2008), constatou-se que a maioria dos experimentos dos livros didáticos analisados são ilustrativos, com o objetivo de comprovar o conceito estudado e pouco incentivam a investigação pelo aluno. Nesse contexto, Andrade e Massabni (2011) defendem que “as atividades práticas podem envolver os alunos em todas as fases, até no planejamento experimental, tendo um caráter investigativo ao incentivar a elaboração e criação de hipóteses, de estratégias e de soluções para problemas” (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p.837).

Foi verificada que a atividade do livro do 5º ano, p. 52 e 53, há uma experiência que proporcionará ao estudante o contato direto e pode tornar-se investigação: a produção de um pluviômetro para descobrir o volume de água da chuva. Pode tornar-se investigação dependendo de como for trabalhada pelo professor: se com o lançamento de hipóteses e previsões dos alunos e a análise dos dados obtidos de forma crítica e participativa.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise dos livros didáticos permitiu verificar que há um longo caminho a percorrer no tocante às abordagens utilizadas em relação à contextualização e complexidade do tema água. É necessário que o trabalho com essa temática proporcione uma visão crítica considerando as causas e consequências dos problemas hídricos que corrobora uma transformação social.

Nos livros analisados foi possível observar que o tema água, em sua maioria, foi abordado por meio de textos informativos, de forma conceitual, com exceção de algumas atividades. Atividades como a carta à secretaria de Meio ambiente ou análise de imagens que abordam derretimento das geleiras são exemplos daquelas que colaboram para o desenvolvimento de uma visão crítica a respeito da temática, o que, a luz da educação ambiental, possibilita aos estudantes partirem da reflexão para a ação e transcendam a teoria, estimulando a implementação de experiências investigativas. Finalmente, caberá ao professor ou professora que for utilizar a coleção valorizar esta contextualização sobre a água, para um real envolvimento dos estudantes com o tema.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade de São Paulo pela oportunidade e ensinamentos que nos proporcionou aprendizagens significativas e a todos os orientadores e professores do Programa de pós-graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB)/USP pelo apoio nessa caminhada acadêmica.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F. A.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/vYTLzSk4LJFt9gvDQqztQvw/?format=pdf&lang=p>. Acesso em 20 jun. 2021.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: texto promulgado em 05 de outubro de 1988. Brasília: **Diário Oficial da União**, Senado Federal, 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 18 jun. 2021.
- \_\_\_\_\_. Decreto 9.099 de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático, Brasília, 2017. **Diário Oficial da União**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm). Acesso em: 08 ago. 2021.
- \_\_\_\_\_. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019. **Diário Oficial da União** Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>> Acesso em: 09 mai. 2021.
- \_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: **MEC/SEB**, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 12 mai. 2021.
- \_\_\_\_\_. FNDE. Programas: PNLD. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-apresentacao>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- \_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Parâmetros Curriculares Nacionais - Brasília, DF: **MEC/SEF**, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- BARRETO, B. C.; MONTEIRO, M. C. G. G. Professor, livro didático e contemporaneidade. **Revista Pesquisas em Discurso Pedagógico, Rio de Janeiro**, n. 1, p. 01-06, 2008. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11983/11983>. PDF. Acesso em: 03 mai. 2021.
- BACCI, D. de La C; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/4Cz7B6yQGGfV73Ngy6g848w/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 fev. 2022.



BASSO, L. Del P. Estudo acerca dos critérios de avaliação de livros didáticos de Ciências do PNL D–Período de 1996 e 2013. **Anais do Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação**, Recife, p. 1-15, 2013. Disponível em: <https://www.anpae.org.br/simposio26/1comunicacoes/LucimaraDelPozzoBasso-ComunicacaoOral-int.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021.

CASSIANO, C. C. F. Mercado do livro didático no Brasil. In: I Seminário Brasileiro sobre o Livro e História Editorial. **Anais**. Rio de Janeiro, 2004.

DANELUZZI, N. S.; PALMIERI, M. L. Análises de pesquisas sobre práticas de Educação Ambiental em Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 17, n. 1, p. 289-299, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11887/9367>. Acesso 18 fev. 2022

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa** – São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALIZONE, F.M. **ÁGUAS DA VIDA - população rural, cultura e água em Minas Gerais**. 2005. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Ciências Sociais, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2005.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/ZV6sVmKTydvnKVNrqshspWH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 18 fev. 2022.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**, v. 16, n. 69, 1996. Disponível em: <http://www.emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2368/2107>. Acesso em 18 fev. 2022.

LIBÂNEO, J.C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2008.

LIMA, T. C. S; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis**, v. 10, n. SPE, p. 37-45, 2007. Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-49802007000300004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802007000300004). Acesso em: 12 mai. 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PALMIERI, M. L. B.; MASSABNI, V. G. As contribuições das visitas em áreas protegidas para a educação escolar. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/XNzVqjQW4sLB3PZCNPMx7Sk/abstract/?lang=pt>. Acesso em 18 fev. 2022.

PALHARES, L. M. **Entre o verdadeiro histórico e a imaginação criadora: ilustrações sobre história e cultura dos povos indígenas em livros didáticos de História**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-933MLZ>. Acesso em: 22 mai. 2021.

O tema água e sua inserção nos livros didáticos de Ciências nos anos iniciais

RIBEIRO, C. M. **O imaginário das águas e o aprendizado do corpo**. Educar, Curitiba, n.35, p. 107 a 121, 2009. Editora UFPR. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0104-40602009000300009>. Acesso em: 22 mai. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445>. Acesso em: 12 mai. 2021.

SORRENTINO, M. et al. Educação ambiental como política pública. **Educação e pesquisa**, v. 31, p. 285-299, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/WMXKtTbHxzVcgFmRybWtKrr/abstract/?lang=pt>. Acesso em 18 fev. 2022.

YAMAMOTO, A.C.A. Buriti mais: Ciências, Ensino Fundamental: Ensino Fundamental. manual do professor. **Editora Moderna**, 1 ed. São Paulo, Moderna, 2017. Disponível em <https://pnldf1.moderna.com.br/ciencias/buritimaais>. Acesso em: 02 mai. 2021.

## **ENSINO E SUSTENTABILIDADE: AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA POR ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE**

**Railma Pereira Moraes, Marxer Antonio Colares Batista, Luís Alberto Miranda Goveia, Valderice Mendes Leite, Joelson da Silva Lima, Tatiana Targino Lucas**

**Resumo:** Os discentes, durante seus estudos, devem vivenciar atividades práticas, para assim obter aprendizado e a contato com a comunidade no qual estamos inseridos. Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar a pesquisa sobre a logística reversa, com produção de mapas mentais, desenvolvida por discentes do curso técnico em meio ambiente, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas campus Tabatinga. As atividades foram orientadas na sala de aula, com procedimentos de pesquisa para realização extraclasse. Como resultados os alunos puderam vivenciar a complexidade do sistema local, como o livre trânsito de pessoas e produtos e a dificuldade de logística regional. Verificou-se que o sistema de logística reversa é muito incipiente, e precisa de incentivo para iniciar e se manter, neste sentido, destaca-se produtos como o óleo comestível, o qual pode ser reutilizado no próprio município.

**Palavras-chave:** Políticas ambientais. Logísticas. Região Amazônica.

## INTRODUÇÃO

É crescente o volume de negócios, de lançamentos de produtos novos, da oferta de novas tecnologias, assim é cada vez mais rápida a obsolescência de produtos e por conseguinte seu descarte. Para Tatiana Serra (2015, p. 21) a sociedade atual se caracteriza, dentre outros elementos, pela geração em massa também de resíduos sólidos, onde o consumo movido por paixões gera não só a aquisição desnecessária de produtos, mas também o descarte prematuro de muitos destes bens.

Neste processo, o descarte não está nos planos de quem produz ou comercializa, assim sendo, quando o produto deixa de ser útil, ou é substituído por um mais novo, acaba sendo descartado em lixeira viciadas ou no lixo comum. Contudo, parte destes produtos impacta severamente o ambiente e a saúde pública, seja por sua toxicidade, como as embalagens de agroquímicos, produtos eletrônicos, remédios, ou pelo seu ciclo de vida, como os pneus. A estes resíduos com suas características de inflamabilidade, toxicidade, patogenicidade, que apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) denomina de resíduos perigosos.

O gerenciamento de resíduos perigosos é tema a muito discutido, mas segundo Couto e Lange (2017) ganhou força a partir da década de 1980, e nos anos 1990 passou a ser discutida com mais intensidade, quando passou a ser implementada a logística reversa (LR). A logística reversa é um instrumento da PNRS, visa o desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Na década de 1990, as resoluções Conama apontavam diretrizes para a destinação ambientalmente correta dos produtos pós-consumo, e atualmente as resoluções Conama acolhem quatro cadeias (IBAMA, 2021), sendo: destino final de resíduos e embalagens de agrotóxicos (Lei nº 9.974/2000), sobre o recolhimento, coleta, e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado (Resolução Conama nº 362/2005), sobre os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional (Resolução Conama nº 401/2008) e sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada (Resolução Conama nº 416/2009).

Mesmo a Logística Reversa sendo um instrumento determinado pela PNRS seu cumprimento ainda não atinge todos os materiais, nem todos os municípios do país. Viabilizar o retorno de materiais, peças, embalagens e outros componentes à cadeia produtiva da empresa, para assim garantir seu descarte adequado ou seu reaproveitamento requer a estruturação da LR, principalmente no que diz respeito à interação entre os atores na cadeia, às normas de regulação da cadeia reversa e às estratégias de inovação tecnológica e gerencial (GONÇALVES-DIAS, 2012).

Outro entrave apontado pelos empresários da região é a questão dos custos gerados pelo descarte adequado, reaproveitamento e também no transporte dos resíduos até indústria beneficiadora. Tal custo fica maior ao considerar as regiões mais afastadas dos centros econômicos, com pouca organização social e política para a gestão dos resíduos sólidos perigosos. Neste contexto, destaca-se os municípios do Amazonas, pois as organizações sociais de recicladores ainda são poucas e centralizadas na capital do estado. Quanto ao transporte dos materiais, geralmente tem custo elevado pois, é demorado e as cargas são conduzidas, prioritariamente, via fluvial.

Dentre os municípios do estado Amazonas cada um tem a sua peculiaridade, Tabatinga é um município tríplice-fronte, faz fronteira com Peru e Colômbia, sendo considerada cidade-irmã de Letícia, capital do Amazonas colombiano. Este contexto é relevante para o gerenciamento dos resíduos, pois o trânsito de pessoas e produtos é livre, e os materiais perigosos podem passar ao país vizinho. A complexidade deste sistema apresenta-se como um campo fértil para estudos, principalmente quando conduzidos por alunos.

## **Ensino e Sustentabilidade**

Diante da problemática ambiental, que se apresenta em diversos cenários, seja em dinâmicas globais ou locais, a educação aparece como processo indispensável para a sensibilização da sociedade e promoção da valorização do meio ambiente. Nesse contexto, a sustentabilidade surge como princípio norteador da civilização, fruto da maior educação e consciência ambiental, como resposta à crise social, econômica e ambiental no planeta. Nas palavras do sociólogo mexicano, Enrique Leff,

a sustentabilidade ecológica aparece assim como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção (LEFF, 2001, p. 15).

Um exemplo da preocupação com a sustentabilidade e da relevância da educação na dimensão ambiental, está expresso na Lei 12.305/2010 que ao tratar sobre a PNRS, inseriu a Educação Ambiental como instrumento para sua execução. Além disso, ao citar especificamente o Plano Municipal de Resíduos Sólidos, a referida lei também destaca em seu art. 19, §X, a necessidade de “programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010). Nota-se, dessa forma, que a educação é indispensável para promoção da sustentabilidade, devendo estar presente nas ações que visam compreender a questão do gerenciamento de resíduos sólidos, que se caracteriza como um dos principais problemas socioambientais urbanos, que afeta tanto as grandes, quanto as médias e pequenas cidades.

Um dos princípios da Educação Ambiental é a formação de valores e atitudes tanto na escala individual, quanto coletiva, buscando incentivar a sociedade nas ações de proteção e conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999). Considerando os diferentes atores responsáveis pelo retorno de resíduos na LR (produtores, importadores, distribuidores e comerciantes), pode-se apontar que eles constituem espaços não-formais de considerável interesse para a Educação Ambiental na medida que permitem visualizar os impactos das atividades produtivas e comerciais na geração de resíduos e a destinação final que é dada a cada um deles e os impactos ambientais decorrentes.

Ao tratar do papel da Educação Ambiental, Gomes e Marcomim (2016) destacam a importância de usar a criatividade com práticas pedagógicas que contribuam para a conscientização, mudança de comportamento e atitudes, assim como a participação ativa dos educandos empreendendo a formação de sujeitos críticos e éticos em suas relações sociais e ambientais. Diante da necessidade de práticas educativas que valorizem o papel ativo dos discentes no processo ensino-aprendizagem, torna-se importante a adoção de estratégias para além da simples transmissão de conteúdo, característica da educação bancária (FREIRE, 2005).

Diversos são os exemplos de abordagens pedagógicas que criam possibilidades para maior autonomia e formação crítica e prática dos alunos. A utilização de técnicas

como a sala de aula invertida, aulas de campo, visitas técnicas, aprendizagem baseada em problemas, gamificação, estudo de caso e produção de mapas mentais são alguns exemplos de metodologias ativas que permitem a realização de um processo ensino-aprendizagem com maior participação dos alunos e que, simultaneamente, desperta maior interesse e conseqüentemente um aprendizado mais completo.

Os mapas mentais podem ser utilizados para melhor apreensão e revisão de conteúdo, como verificação da aprendizagem, expressão de ideias de forma objetiva, na apresentação de trabalhos, entre outras possibilidades que contribuem para organização lógica do pensamento. Através dos mapas mentais, os discentes têm papel ativo na construção da aprendizagem.

Segundo Ribeiro, Linhares e Chagas (2017), o mapa mental “é uma técnica que permite registrar o pensamento de uma maneira mais criativa, flexível e não linear, tal como nossa mente, podendo rastrear todo o processo de pensamento de forma não sequencial” (p.6).

O incentivo à produção de mapas mentais valoriza habilidades cognitivas dos educandos, podendo verificar a aprendizagem de forma não tradicional. Os autores acrescentam ainda que os mapas mentais são ferramentas que unem diversas informações, conectando símbolos e mensagens, facilitando a organização de assuntos e a produção de novas ideias (RIBEIRO; LINHARES e CHAGAS, 2017). Ao produzir os mapas mentais, os educandos utilizam imagens, conceitos, palavras, cores e setas que organizam o pensamento de forma gráfica, facilitando a compreensão.

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar a pesquisa sobre a logística reversa, com produção de mapas mentais, desenvolvida por discentes do curso técnico em meio ambiente, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas *campus* Tabatinga.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

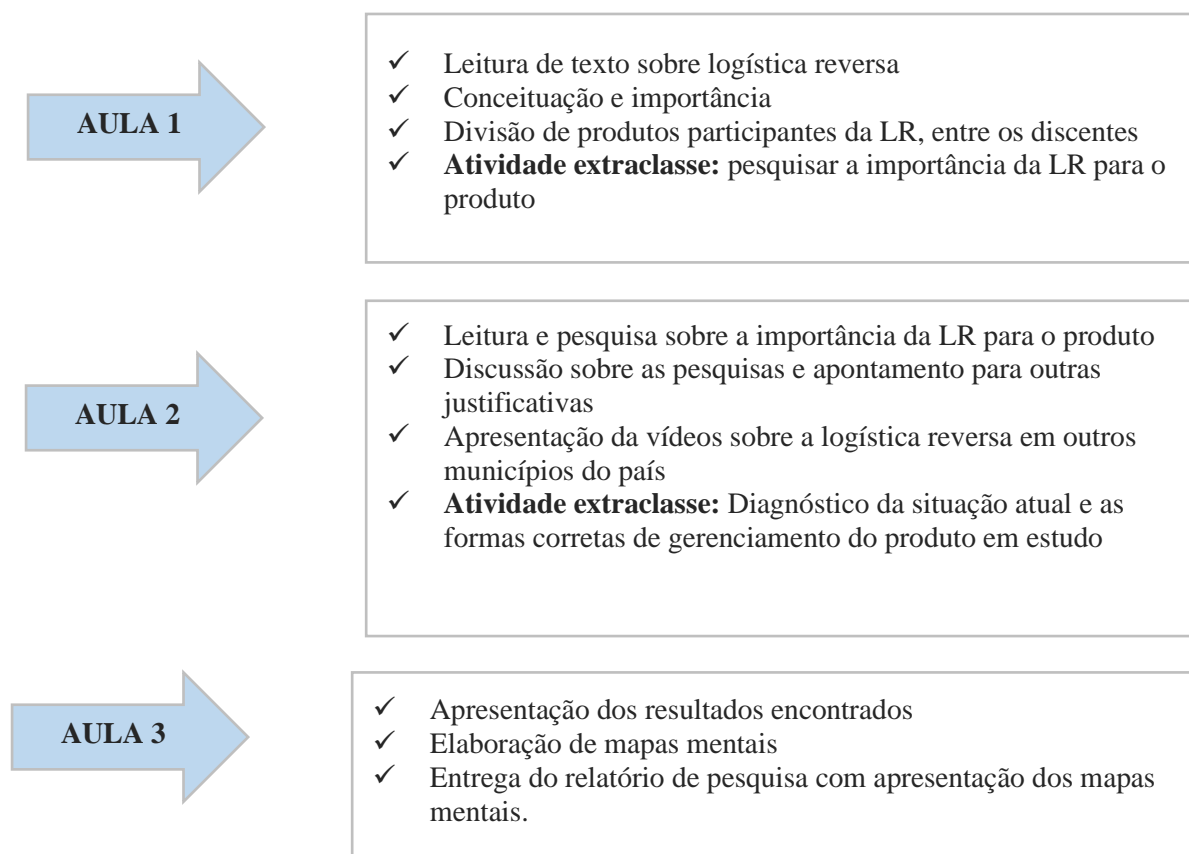
A pesquisa foi desenvolvida no perímetro urbano da cidade de Tabatinga, AM, situada à margem esquerda do rio Solimões/Amazonas, interior da floresta Amazônica. Segundo censo do IBGE (2010) a população urbana do município era de 36.371 moradores.

O presente trabalho apresenta atividades práticas desenvolvida por discentes do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFAM, Campus Tabatinga no ano letivo de 2021. Na disciplina de Gerenciamento Integrado de Resíduos foi solicitado aos alunos que realizassem um levantamento exploratório e descritivo, de natureza qualitativa, por meio de observação e entrevistas direcionadas a proprietários de atividade com potencial poluidor, gerador ou vendedor de produtos participante da logística reversa, afim de identificar qual a destinação atual e destinação possível para tais resíduos.

As atividades foram orientadas na sala de aula, com procedimentos de pesquisa para realização extraclasses. Durante as aulas foram desenvolvidas as atividades que constam na Figura 1.

Posteriormente, os relatórios foram lidos, buscando reconhecer os principais aspectos mencionados nos relatórios. E também foram selecionados os sistemas de logística reversa para compor o presente trabalho. E reconhecendo os benefícios dos mapas mentais, descritos por Silva (2015), tais como: a contribuição para organização do conhecimento e conseqüentemente sua aplicabilidade, maior memorização, direcionamento do foco da aprendizagem para o que é mais importante, foi solicitado que a apresentação dos resultados priorizasse a forma de mapas mentais. Os mapas foram elaborados pelos próprios discentes, como forma de representação gráfica dos ciclos de Logística Reversa identificados no município de Tabatinga.

Figura 1 – Metodologia aplicada



Fonte: Autores

## RESULTADOS

Nos relatórios percebeu-se a compreensão dos discentes quanto a função e a importância da logística reversa, como instrumento para planejar, operar o retorno de bens de pós-venda e pós-consumo. Assim como, os alunos puderam conhecer as dificuldades regionais para a elaboração de um plano de logística reversa, que atenda as peculiaridades locais.

No levantamento, os alunos relatam que os comerciantes reconhecem os riscos do descarte inadequado e muitos sabem sobre as exigências da LR, contudo os custos, principalmente de transporte, foi o principal entrave para a não implementação deste instrumento. Com base, nas informações levantadas faz-se necessário o auxílio do poder público e das grandes empresas e distribuidoras de produtos perigosos.

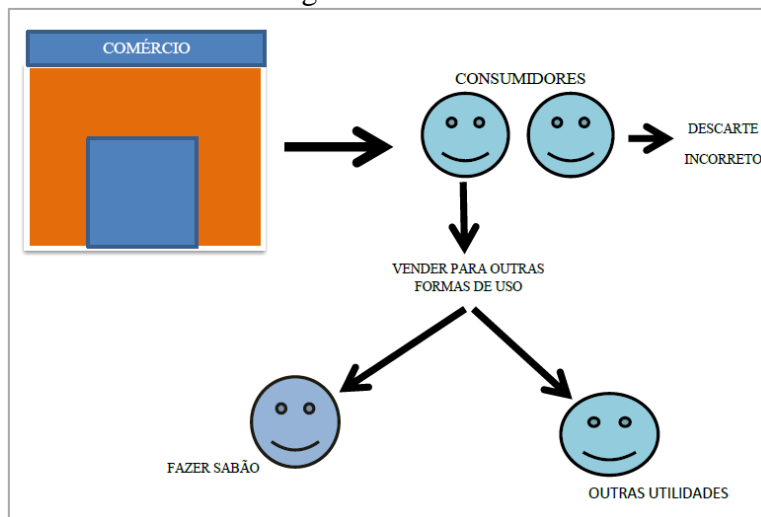
Outra solução apontada pelos alunos é o aumento da sensibilização por parte dos consumidores. Diante de uma visão mais moderna, o consumidor está cada vez mais exigente, sendo atraído por mais informações, e com isso, tornando-se mais cientes dos seus direitos, como também sendo configurados a uma consciência ambiental maior. É de se esperar que à medida que se eleva determinada consciência, entende-se que os recursos do planeta são finitos, e assim, exige um comportamento correto do fabricante.

### Levantamentos de logística reversa no município

Um primeiro trabalho apresentou o sistema de uso do óleo de cozinha. A discente descreve que a maioria do óleo utilizado tem como destinação final os rios e igarapés da cidade.

Apenas uma pequena parte reaproveitada, sendo utilizada para iniciar fogo de churrasqueiras e para a fabricação de sabão, sendo esta última com potencial a ser incentivado (Figura 2).

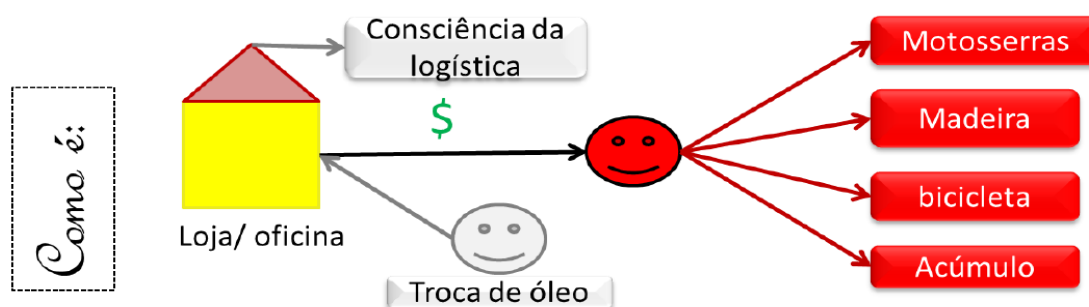
Figura 2 – Sistema de logística de óleo comestível, na cidade de Tabatinga-AM, segundo Aluno A.



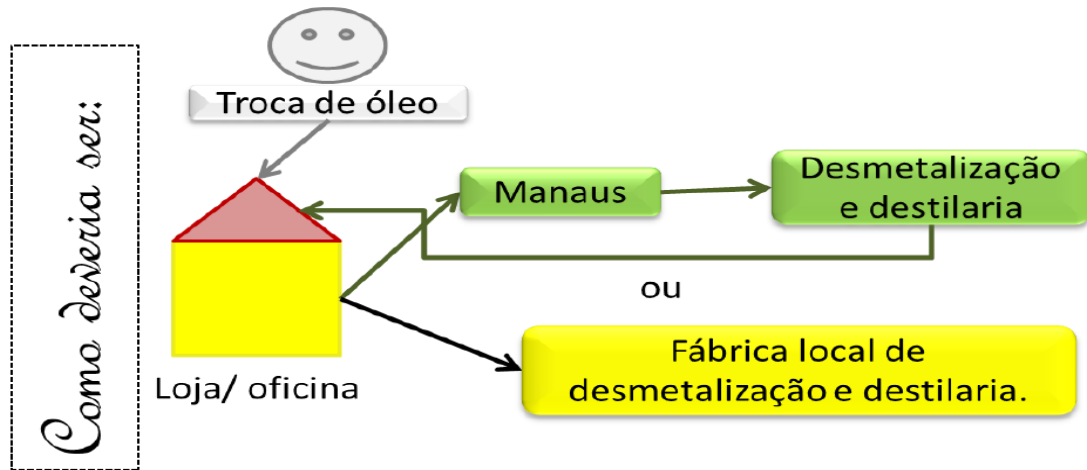
Fonte: Acervo da pesquisa.

De acordo com as pesquisas sobre a disposição do óleo queimado, constatou-se que as empresas acreditam que é inviável fazer a logística reversa de maneira adequada, por conta do valor de transporte. Sendo assim, o material tem uso local, isso é, após a troca o óleo permanece na loja, a qual vende para fins de uso em motosserra, bicicleta e madeira. A discente aponta como solução para evitar o transporte dessa carga, a implantação de uma destilaria local (Figura 3).

Figura 3 – Sistema de logística de óleo automotivo, na cidade de Tabatinga-AM, segundo aluno B.



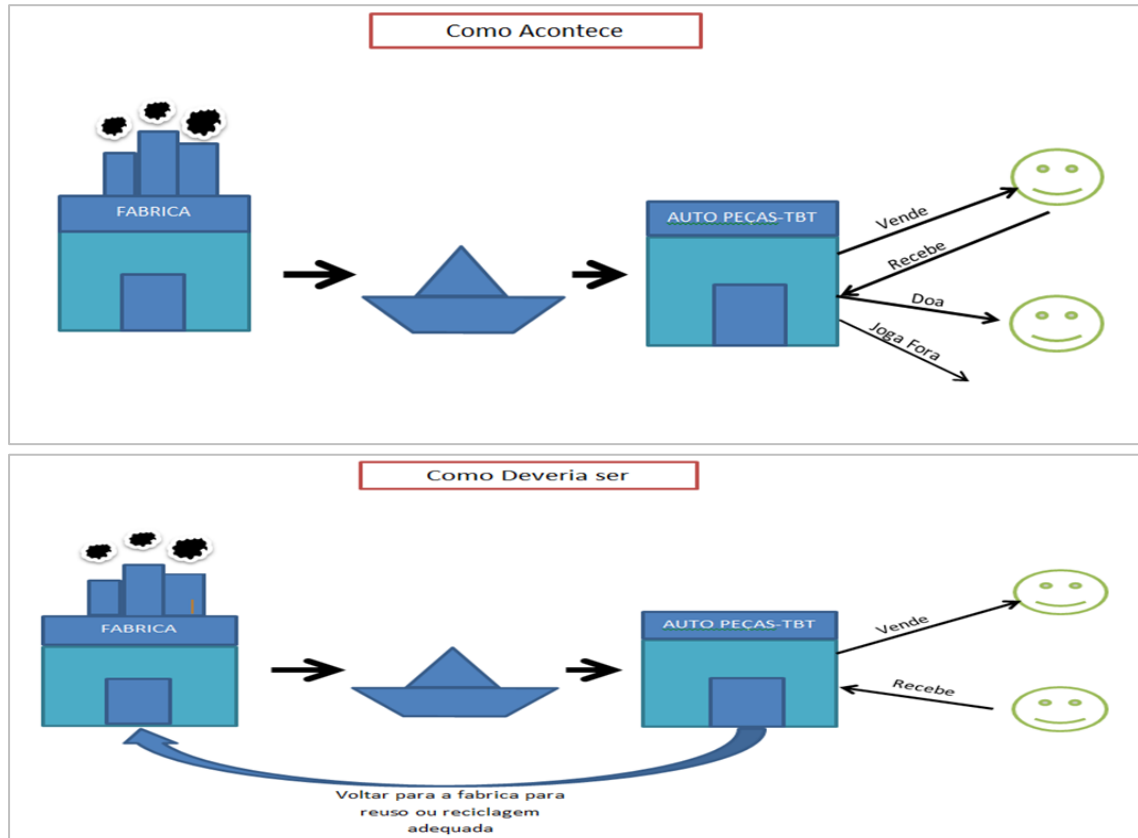




Fonte: Acervo da pesquisa.

O discente levantou que os revendedores recebem pneus utilizados de qualquer pessoa e os dão dois destinos: disposição irregular, isto é, são dispostos no lixão do município, e doação para órgãos públicos e a população para o reuso com a confecção de peças decorativas e vasos. Alguns proprietários disseram que não recebem os pneus usados, apenas vendem um novo. A cidade não possui suporte para uma indústria de reciclagem desse material, no entanto, caso haja investimento por parte do distribuidor/fornecedor e até mesmo o comerciante, será possível estimular a logística reversa para o reuso na cidade (Figura 4).

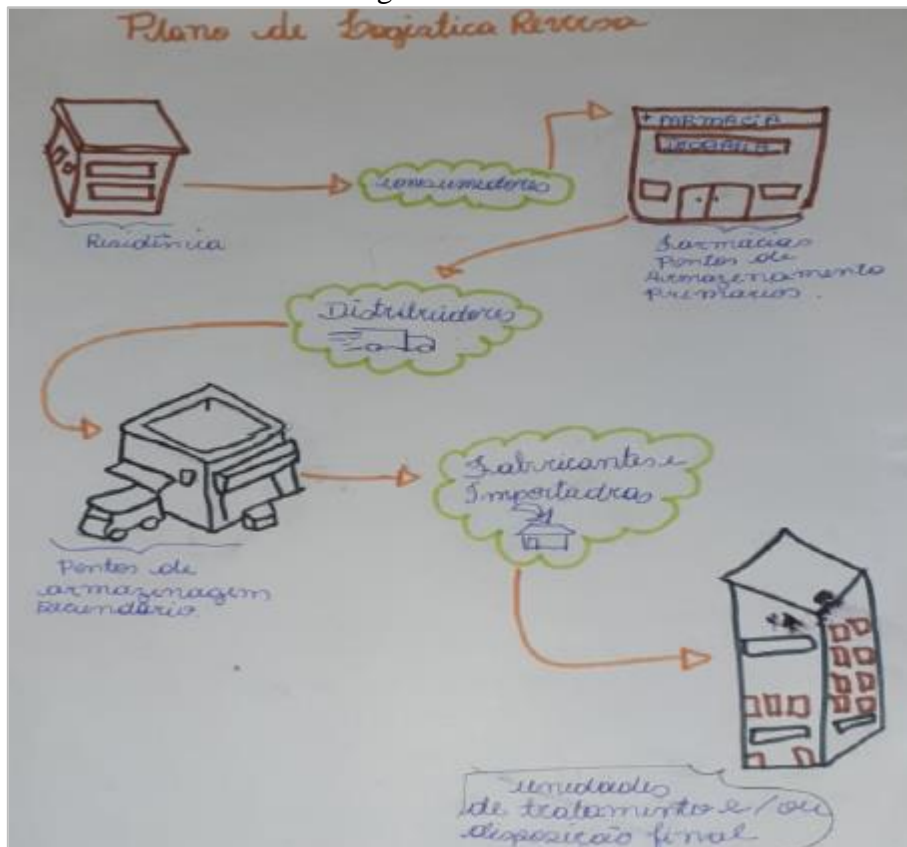
Figura 4 – Sistema de logística de pneus, na cidade de Tabatinga, segundo Aluno C.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Quanto ao logística de medicamento vencidos, a discente percorreu as maiores drogarias da cidade, e apenas uma oferece uma caixa para o retorno dos medicamentos. Contudo, após seu retorno o material é queimado no lixão do município. Mesmo não sendo o método mais adequado, cabe destacar que este também é o método utilizado por órgãos públicos, tais como hospital, Unidade de Pronto Atendimento-UPA e Postos de Saúde (Figura 5).

Figura 5 – Sistema de logística de remédios vencidos, na cidade de Tabatinga-AM, segundo aluno D.



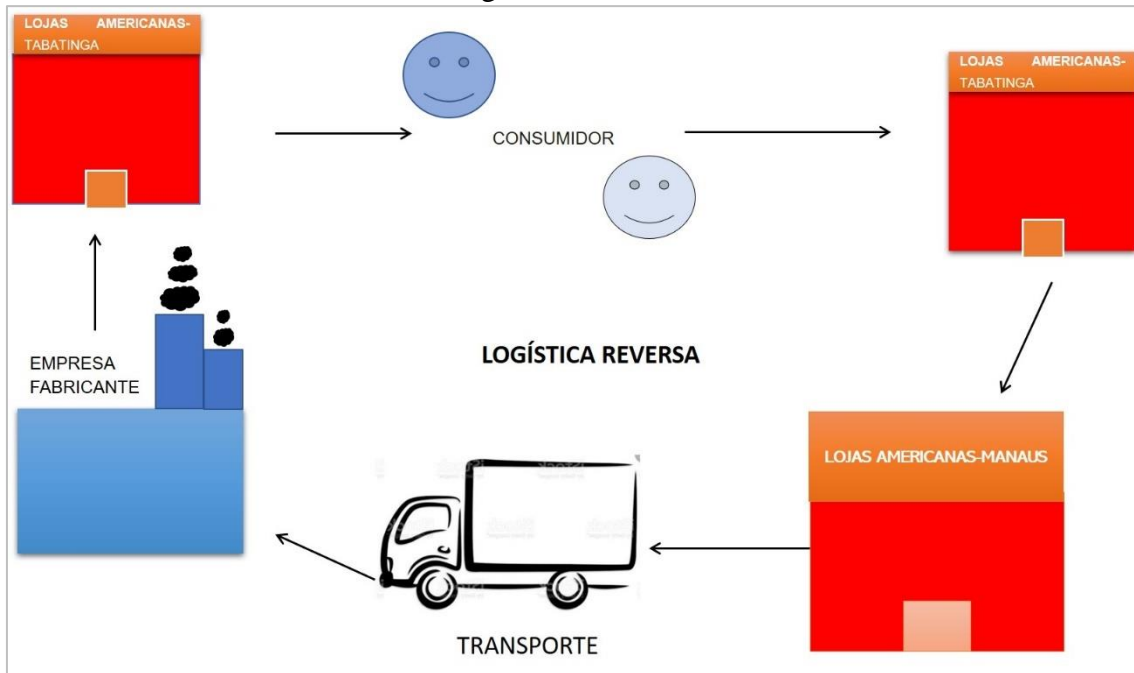
Fonte: Acervo da Pesquisa.

Outro levantamento buscou conhecer o sistema de logística reversa para aparelhos celulares. Entre as revendedoras de aparelhos apenas uma tem o sistema de recebimento. O consumidor deve levar o produto direto na loja, munido da nota fiscal, pois somente são aceitos produtos que tenham sido comprados no local. O funcionário recebe e põe no estoque até que se tenha um volume maior, quando deverá ser encaminhado da loja para sede de Manaus, foi relatado que isso ocorre pois o custo para frete é muito alto. Ao chegar em Manaus eles fazem um percurso de caminhão com caminho direto as fabricas e industrias para o processo de reutilização (Figura 6).

A logística reversa para notebooks e computadores da *Dell Technologies* é a mesma disponível para o restante do país, dispondo de duas opções, sendo: 1º Opção: Através das agências de correios, a Dell disponibiliza frete grátis para envio dos equipamentos, não fornecendo material para embalagem dos componentes, e exigindo declaração de conteúdo preenchida, etiqueta de envio, e o limite de 20 kg por caixa, sendo necessário escrever "RECICLAGEM DELL" de modo visível na parte externa da caixa. 2º Opção: A Dell, oferece a oportunidade de reciclar o seu produto indesejado gratuitamente, através do link disponibilizado em sua plataforma de acesso, que o

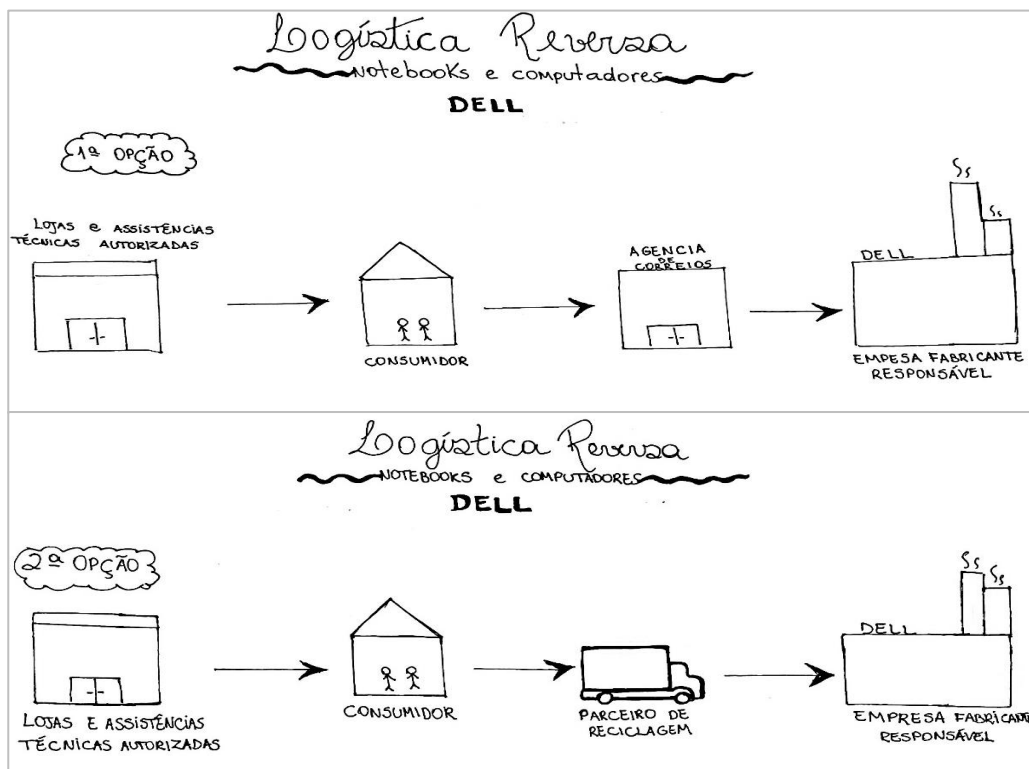
direciona para um formulário no qual é possível programar uma data para a coleta do resíduo eletrônico efetuada por um parceiro de reciclagem da Dell (Figura 7).

Figura 6 – Sistema de logística de aparelhos celulares, na cidade de Tabatinga-AM, segundo Aluno E.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Figura 7 – Sistema de logística de notebooks e computadores da DELL, na cidade de Tabatinga-AM, segundo aluno F.



Fonte: Acervo da pesquisa.

O levantamento sobre a logística de embalagens tóxicas mostrou mais uma dificuldade para a implantação do sistema de retorno, pois os produtos são comprados em países vizinhos e comercializado no Brasil, muitas vezes sendo facionado pelos comerciantes. Assim, tornariam inviável a destinação a empresas brasileira, e pela convenção de Basileia não se pode destinar resíduos a outro país.

São muitas as dificuldades para a implantação de um sistema de logística reversa, de que para supera-la faz necessário trabalho conjunto do poder público, empresa e sociedade. É importante destacar o papel do consumidor consciente, o qual pode ser estimulado em atividades lúdicas de ensino. Os mapas mentais mostraram-se meio eficiente para registrar e demonstrar a realidade, assim como, projetar roteiros de logística ideal. O aprendizado dos alunos foi constatado a sua segurança para repassar a pesquisa aos demais colegas e professores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É reconhecida a importância do gerenciamento de resíduos perigosos, porém a dificuldade de logística regional foram as mais lembradas nos levantamentos. Verificou-se que o sistema de logística reversa é muito incipiente, e precisa de incentivo para iniciar e se manter, neste sentido, destaca-se produtos como o óleo comestível, o qual pode ser reutilizado no próprio município. Além da divulgação da logística para produtos que já ocorrem, como é o caso de eletrônicos da DELL e aqueles adquiridos na Lojas Americanas.

Os mapas mentais mostraram-se relevantes técnicas para expressão de fenômenos e problemas socioambientais, sendo bem empregado pelos alunos. Especificamente, ao representar a Logística Reversa, os mapas mentais criaram melhor visualização dos atores envolvidos, direcionamento, origem e destino final dos resíduos, facilitando a compreensão do processo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 22 jul. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 362 de 23 de junho de 2005.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>. Acesso em: 18 nov. 2021.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 401 de 04 de novembro de 2008.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>. Acesso em: 18 out. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 416 de 30 de setembro de 2009.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 18 out. 2020.

COUTO, Maria Claudia Lima Lange; LISÉTE Celina. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v.22, n.5, p.889-898. 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017149403

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2005.

GOMES, B. e MARCONIN, F. A questão ambiental e a imagem fotográfica: uma articulação possível à sensibilização ambiental. In: **Reunião científica regional da Anped**. Educação, Movimentos sociais e políticas governamentais. 24 a 27 de julho de 2016, Curitiba: UFPR. Disponível em: <[http://www.anpedsul2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/11/eixo17\\_BIANCA-ANTONIO-GOMES-FATIMAEELIZABETI-MARCOMIN.pdf](http://www.anpedsul2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/11/eixo17_BIANCA-ANTONIO-GOMES-FATIMAEELIZABETI-MARCOMIN.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2020.

IBAMA. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305/2010. 2021. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/residuos/controle-de-residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acessado em: 29 de nov. 2021.

LEFF, Enrique. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez, 2001.

RIBEIRO, V. M. T. F.; LINHARES, R. N.; CHAGAS, A. M. Mapas mentais e seu impacto na produção e raciocínio crítico-criativos na percepção/formação de alunos e professores de uma Escola Técnica em Sergipe. **Anais do Simpósio Internacional de Educação e Comunicação – SIMEDUC**. Aracaju, SE. 2017. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/simeduc/article/view/8572>. Acesso em 15 de dez. 2021.

SERRA, Tatiana B. **Política de resíduos sólidos: gestão econômica, responsável e ambientalmente adequada**. 1. ed. São Paulo: Editora Verbatim, 2015.

SILVA. Edson. Mapas Conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação. **Administração: ensino e pesquisa**. Rio de Janeiro. v. 16 no 4 p. 785–815 out nov dez 201

## **PERCEPÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AGUACHICA, CÉSAR: CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO**

**Rossember Saldaña-Escorcia**

**Resumo:** A questão da gestão de resíduos é uma questão complexa na qual estão integrados conceitos ambientais, econômicos, institucionais e sociais. O objetivo deste estudo é determinar a percepção da população urbana do município de Aguachica, Cesar, em relação ao manejo de resíduos sólidos. Uma consulta foi realizada através da plataforma Google Forms; o formulário foi aplicado a uma população de amostra que foi determinada usando o método de amostragem aleatória simples para que a população tenha a mesma probabilidade de ser escolhida. Os resultados mostram que a população tem algum conhecimento sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, mas existem barreiras à prática de estratégias ambientais, tais como nível educacional, renda, gênero e atitude. Apesar da importância destas práticas, as comunidades não as implementam, levando em conta a crescente geração de resíduos causada pelo crescimento populacional, dando assim resultados nulos no gerenciamento de resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Conscientização do público. Educação. Gerenciamento de resíduos. Resíduos sólidos domiciliares. Reciclagem.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os países em desenvolvimento e emergentes tiveram um crescimento populacional e econômico significativo, levando à geração de grandes quantidades de resíduos sólidos (Browning et al., 2021; Patwa et al., 2021). Com este problema, a degradação da qualidade da água, do solo e do ar tem aumentado, tendo um impacto direto nos ecossistemas e na população humana (Siddiqi et al., 2020). Portanto, estratégias sustentáveis estão sendo implementadas internacionalmente para ajudar a reduzir e eliminar os resíduos sólidos gerados (Li et al., 2020; Yu et al., 2021).

Uma das estratégias empregadas é a gestão sustentável de resíduos sólidos (SSWM, sua sigla em inglês), que melhora o tratamento e a qualidade operacional dos resíduos gerados a fim de cumprir as metas de redução, reutilização e reciclagem (Bui et al., 2022). Esta estratégia mostrou que o material reciclado e reutilizado é a solução eficiente para os problemas de resíduos como indicado por Tsai *et al.* (2020).

Além disso, Bui *et al.* (2020) referiram que os resíduos e/ou resíduos sólidos devem ser conservados em vez de descartados devido a seus benefícios como a diminuição da pegada de carbono, a gestão eficiente dos recursos naturais e o aumento da produção limpa que contribui para a meta dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ademais, Tsai *et al.* (2020) afirmaram que a conservação dos recursos melhora a eficiência e fortalece a cultura ecológica na população e nas indústrias.

Por outro lado, quando se fala de resíduos sólidos Kumar & Agrawal (2020) indicam que a tipologia muda de cidade para cidade, devido às condições geográficas, econômicas, climáticas e sociais das comunidades. Onde cidades com populações maiores geram grandes quantidades de resíduos, isso cria desafios para o SSWM, demonstrando de alguma forma que a sustentabilidade e as estratégias de gestão devem mudar de acordo com o contexto. Por exemplo, a crise dos plásticos de uso único tornou-se uma crise global, pois são considerados nocivos e não-biodegradáveis. Em cidades onde a geração de plástico tende a ser excessiva, ele asfixiaria os drenos resultando em inundações urbanas, bem como poluiria rios e oceanos (Anderson et al., 2016). Assim, as estratégias devem ser diferentes daquelas empregadas nas cidades e/ou vilas com menor geração de resíduos plásticos.

De acordo com Cudjoe *et al.*, (2021) a reciclagem é uma das estratégias que tem vários benefícios no SSWM, descobertas da literatura como a economia de energia elétrica, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEI) e o controle de poluentes como COVs, CH<sub>4</sub> e PM emitidos na atmosfera, tudo isso ajuda a reduzir a pegada de carbono e ajuda a atender a demanda de energia elétrica devido ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico e industrialização.

Da mesma forma, a reciclagem evita a poluição gerada por resíduos perigosos gerados em indústrias e hospitais, entre outros, que afetam diretamente a saúde humana e os ecossistemas (Razzaq et al., 2021). A reciclagem destes resíduos reduz significativamente o esgotamento dos combustíveis fósseis e as emissões de GEI (Meys et al., 2020). Além disso, a reciclagem de resíduos como a Tetra Pak permite à indústria de embalagens reduzir a demanda por recursos, bem como reduzir os impactos ambientais diretos e beneficiar a economia circular (Zhan et al., 2020).

A fim de reciclar todos os resíduos necessários, várias tecnologias de produção verdes e/ou mais limpas, tais como pirólise, desidratação, separação metalúrgica a vácuo

e processos hidrotermais foram introduzidas para ajudar a melhorar os processos de obtenção de materiais para cadeias de produção através do tratamento sustentável de resíduos sólidos (Zhan et al., 2020). Finalmente, a literatura menciona que a reciclagem tem dois circuitos: fechado e aberto. O primeiro é onde os recursos utilizáveis são obtidos de resíduos sólidos e serão utilizados na fabricação de produtos do mesmo tipo, enquanto os recursos obtidos no aberto serão utilizados na fabricação de qualquer produto (Nakatani, 2014).

Esta pesquisa visa determinar a percepção da população urbana do município de Aguachica, Cesar, em relação ao manejo de resíduos sólidos. Este trabalho irá enriquecer a literatura sobre a percepção ambiental das comunidades locais em relação aos resíduos sólidos e à gestão integrada de resíduos. Além disso, o resultado deste estudo também fornecerá informações com o objetivo de orientar agências governamentais no fortalecimento de planos, iniciativas e estratégias ambientais que buscam maior educação e conscientização ambiental entre grupos da população com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos. Este estudo está organizado da seguinte forma: Em primeiro lugar, concentra-se na metodologia de pesquisa, seguida do desenvolvimento da pesquisa e dos resultados; em terceiro lugar, a discussão dos resultados e, finalmente, este estudo é concluído, bem como são mencionadas as direções para pesquisas futuras.

## **METODOLOGÍA**

### **Área de estudo**

Os dados estatísticos serão coletados na área urbana de Aguachica - Cesar, Colômbia. Tem uma área de 917 km<sup>2</sup>, e está localizada ao sul do departamento de Cesar, nas coordenadas 08°18'45" de latitude norte e 73°37'37" de longitude oeste do meridiano de Greenwich (Figura 1), com uma altitude inferior a 190 metros acima do nível do mar na capital municipal, sendo a segunda cidade com a maior população e importância no departamento. Aguachica é delimitada ao Norte por La Gloria (Cesar) e El Carmen (Norte de Santander); ao Sul por San Martín (Cesar) e Puerto Wilches (Santander), ao Leste por Rio de Oro (Cesar) e ao Oeste pelos municípios de Gamarra (Cesar) e Morales (Bolívar).

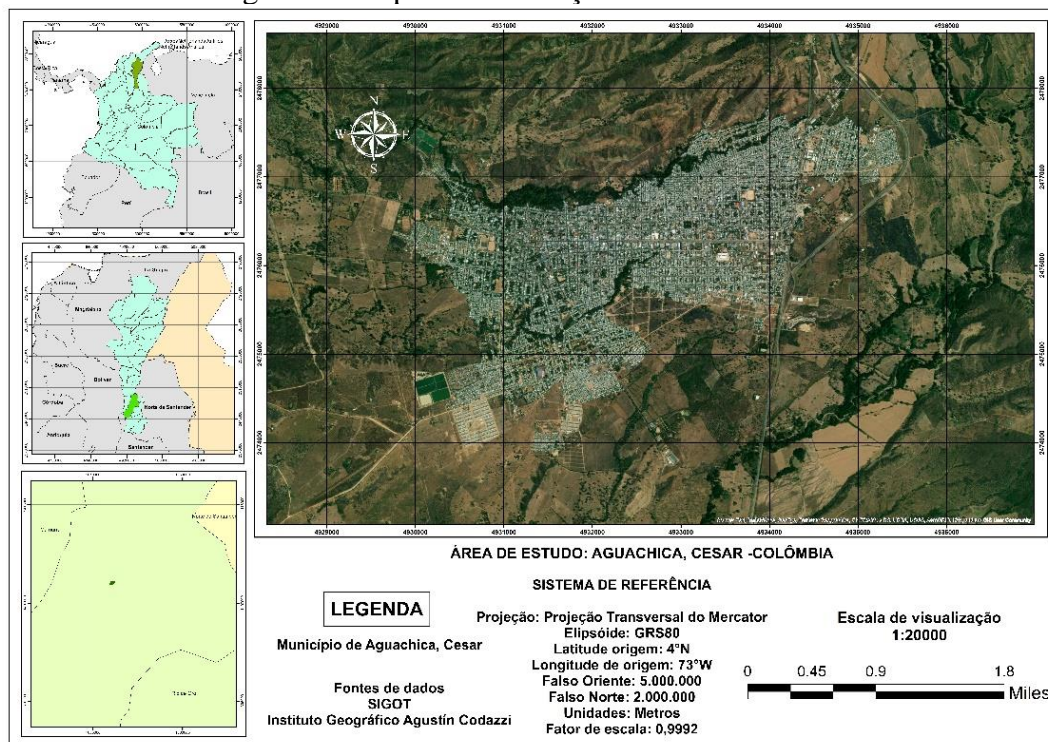
Tem também áreas montanhosas no sopé noroeste da cordilheira oriental com elevações que vão de 200 a 2150 metros acima do nível do mar, enquanto no Sul há planícies irrigadas pelos rios Leticia e Morales (Bolívar). os rios Lebrija e Magdalena, com elevações entre 50 e 200 altitudes entre 50 e 200 metros acima do nível do mar. Por este motivo, está localizada entre os pisos térmicos quentes e temperados com temperaturas acima de 18 °C com máximas registradas de 41 °C; a média anual de 28 °C e precipitação média anual de 1 835 mm, a temperatura máxima no mês de julho é de quase 40 °C enquanto no mês de outubro tem a temperatura mais baixa do município com 22 °C.

### **Tipo de pesquisa**

A pesquisa foi classificada como descritiva, transversal e com desenho não experimental (Hernández Sampieri et al., 2014). Foi realizada uma análise descritiva em relação à percepção da população sobre os resíduos sólidos.



Figura 1 - Mapa de localização do Área de estudo



Fonte: Saldaña-Escorcía (2021).

### População e tamanho da amostra

Aguachica é um município localizado no sul do departamento de Cesar e, segundo o Departamento Nacional de Estatística (Dane, 2018), tinha uma população de 109.621 Habitantes, com uma população projetada para o ano 2020 de 118.652 Habitantes, dos quais 103.209 vivem na área urbana. A fim de determinar o tamanho da amostra significativa para coleta de dados, é utilizada a seguinte fórmula (1):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Onde:

N = População total (103.209).

Z $\alpha$  = 1,96 ao quadrado (se 95% de confiança)

p = proporção esperada

q = 1 - p (neste caso 0,5)

d = erro (neste caso 5% = 0,05)

$$n = \frac{103.209 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (103.209 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 383$$

Uma vez que a fórmula (1) tenha sido aplicada, o resultado é que o tamanho da amostra M = 383, que representa o número de pesquisas a serem aplicadas. Entretanto, o número final de pesquisas administradas foi de 600.

### **Tipo e seleção da amostragem**

A amostra é probabilística, pois utilizou uma amostragem aleatória simples para selecionar uma determinada parte da população do estudo na qual todos têm a mesma probabilidade de serem escolhidos como amostra, uma vez que a população da área urbana de Aguachica é considerada um número de sujeitos incontável. (Hernández Sampieri et al., 2014).

### **Técnica e instrumento de coleta de dados**

Neste estudo, a pesquisa foi utilizada como uma técnica de coleta de dados, que consiste em obter informações sobre opiniões fornecidas pelos sujeitos do estudo. É uma estratégia que utiliza formulários ou questionários como instrumentos de coleta de dados destinados a uma população (Passos Simancas, 2015). Este caso foi construído pelo formulário Google, que consistia em 22 perguntas fechadas, focadas na percepção e no conhecimento que os habitantes do município têm sobre a gestão e o manejo dos resíduos sólidos.

### **Processamento e análise de dados**

Estatísticas descritivas foram utilizadas através do software Excel onde foram executadas medidas de tendências e distribuição de frequências a fim de classificar os dados obtidos sobre o tema do estudo, bem como para determinar o escopo dos objetivos da pesquisa.

### **Limitações**

Essas limitações restringem o desenvolvimento do projeto de pesquisa:

- Disponibilidade por parte da comunidade para fornecer informações ou disponibilidade de tempo de sua parte.
- Fidelidade e veracidade dos dados fornecidos pela população.
- O tempo necessário para realizar o projeto a fim de analisar um maior número de elementos envolvidos. elementos envolvidos.

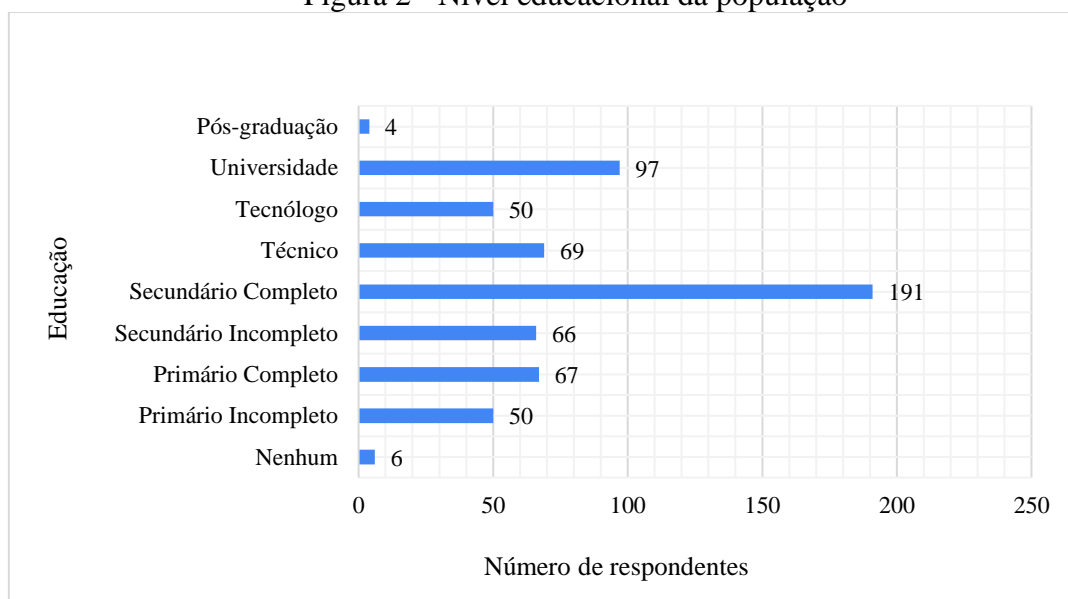
## **RESULTADOS**

Com a aplicação da pesquisa, foram obtidos 600 resultados (237 pesquisas mais do planejado) nos quais foi possível analisar diferentes características dentro da população. Primeiro, verificou-se que 47,5% das habitações têm de 1 a 3 habitantes, 40,5% têm de 4 a 5 pessoas, enquanto 12% têm mais de 5 habitantes por residência. Em segundo lugar, a população de crianças nas residências variou significativamente, com 275 residências sem filhos; 202 residências têm apenas um filho e 122 têm mais de 2 filhos.

A Figura 2 mostra o nível educacional da população; 31,83% dos residentes têm o ensino médio ou o bacharelado completo, seguido por 16,16% com um diploma universitário em andamento ou concluído. Em terceiro lugar está a população técnica com 11,5%, 8,33% tem um tecnólogo ou educação primária incompleta enquanto 11% tem um

bacharelado incompleto. Finalmente, há a população sem nível educacional com 1% e 0,67% dos entrevistados já têm ou estão estudando uma pós-graduação.

Figura 2 - Nível educacional da população



Fonte: Saldaña-Escorcia (2021).

Agora, com os resultados das pesquisas, é possível comparar o nível de educação com o conhecimento sobre a gestão de resíduos sólidos e a aplicação de práticas ambientais como a reciclagem. Para isso, o método de correlação Pearson foi aplicado no software Excel com o qual foi obtido que a correlação entre a variável educação (anos de estudo) e conhecimento, bem como a aplicação da separação na fonte dos resíduos sólidos é de 42%, seguida por uma correlação de 27,34% entre educação e conhecimento dos processos de reciclagem, bem como sua disposição final (reutilização) nas cadeias de produção.

Da mesma maneira, a educação tinha uma correlação de 20% com a variável educação familiar sobre boas práticas ambientais em relação aos resíduos sólidos. No entanto, os resultados mostraram que não importa que a população tenha os níveis de educação necessários se não os aplicar em sua vida diária. Neste caso, apenas 247 entrevistados afirmaram a implementação de práticas ambientais como a separação na fonte e/ou a reciclagem, a fim de reduzir a poluição que eles geram no meio ambiente.

O quadro 1 mostra a relação entre os anos de educação e a prática e separação dos resíduos sólidos na fonte. Em primeiro lugar, pode-se observar que os níveis de educação do ensino médio e/ou do ensino médio, assim como os estudantes universitários, têm um maior conhecimento da separação dos resíduos sólidos na fonte, assim como os valores mais altos dos habitantes com práticas como a reciclagem e que têm conhecimento em relação aos processos de reutilização e seleção dos resíduos já reciclados nas estações de reciclagem.

Comparando a Figura 2 com o quadro 1, pode-se ver que dos seis (6) respondentes sem instrução, três (3) implementam a reciclagem em suas casas, talvez sem o conhecimento do porquê desta prática ser fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico, mas eles entendem que este desperdício tem um valor econômico que os

beneficia. Portanto, a maioria das pessoas que reciclam resíduos separados, como papelão, plástico, ferro, vidro, metais, entre outros; eles têm um valor econômico no mercado.

Quadro 1 - Variáveis de análise

<b>Educação</b>	<b>Anos de estudo</b>	<b>Separação*</b>	<b>Prática*</b>	<b>Conhecimento de reciclagem*</b>	<b>Estações*</b>
Nenhum	0	0	3	1	0
Primário Incompleto	4	5	13	7	8
Primário Completo	6	1	29	6	4
Secundário Incompleto	8	8	25	17	11
Secundário Completo	12	58	76	71	25
Técnico	14	23	24	26	9
Tecnólogo	16	26	23	24	12
Universidade	18	63	51	50	32
Pós-graduação	19	3	3	1	2

\* Número de respondentes

Fonte: Saldaña-Escorcía (2021).

Outra pergunta feita aos entrevistados foi se eles estavam conscientes dos benefícios das práticas ambientais de gerenciamento de resíduos sólidos, como a reciclagem. Os resultados mostraram que 52,7% dos entrevistados sabiam de algum benefício, seja ambiental ou econômico, de implementar esta prática em suas residências. As respostas com as maiores taxas de resposta são:

- Os benefícios vão desde o cuidado com o planeta até o bem-estar da sociedade.
- Contrabalançando o efeito estufa que induz a mudança climática.
- Diminuição do consumo de recursos naturais
- Proteção do meio ambiente
- Benefícios econômicos

Da mesma forma, 47,3% (284 habitantes) não sabem ao certo os benefícios da reciclagem e/ou uso de resíduos sólidos nas cadeias produtivas, mencionando que não sabem ou, se sabem, não estão seguros dos benefícios da prática. Por outro lado, os resultados mostraram que a população pesquisada não sabe sobre o descarte adequado de resíduos especiais como baterias, lâmpadas, televisores, pneus, óleos e outros.

Devido a essas lacunas, perguntou-se a 244 habitantes se tinham conhecimento da resolução que estabelece as novas cores para a classificação dos resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos (pontos ecológicos) que entrou em vigor em 1º de janeiro deste ano, onde apenas 75 respondentes tinham conhecimento ou tinham ouvido falar da questão.

## DISCUSSÃO

O gerenciamento inadequado de resíduos sólidos leva a riscos sociais e econômicos, bem como a problemas ambientais (Kasabdjí et al., 2020; Mpofu et al., 2021; Winterstetter et al., 2021). Portanto, a estratégia de reciclagem de resíduos sólidos em suas diferentes versões é uma resposta necessária que tem sido impulsionada não apenas por problemas ambientais (Xu et al., 2017), mas também pela falta de recursos naturais e proteção ambiental (Wang et al., 2020).

A reciclagem de resíduos como papel, plásticos e metais reduz o consumo de recursos virgens extraídos de ecossistemas (Tang et al., 2020). Além disso, a reciclagem de metais reduz a poluição ambiental e diminui a pegada energética (Wang et al., 2020). Assim, a coleta e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos reciclados promove e/ou fortalece sua reutilização em novos ciclos de vida através de processos técnicos ou industrializados, o que permite a conservação dos recursos naturais e reduz a poluição ambiental (Anaya Cordero & Gómez Manrique, 2020).

Entretanto, Nadales Díaz (2017) menciona que a implementação dessas estratégias na fonte de geração reduz muito a disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários. Autores como Cohen et al., (2021) indicam que os lares separam os resíduos em categorias pré-determinadas, portanto, a educação relacionada ao assunto é de suma importância.

Esta tendência positiva no nível de conhecimento está focada no fato de que, por um lado, os tópicos analisados no teste são muito superficiais; por outro lado, o nível de asserção correta está relacionado ao nível de educação da população, sendo destacado no nível superior e o conhecimento insuficiente na população com um baixo nível de educação.

Da mesma forma, Wen et al., (2014) e Rousta et al., (2015) comentam que a prática da separação de resíduos sólidos a nível doméstico aumenta a taxa de reciclagem, diminuindo a proporção de resíduos depositados em aterros sanitários. Similarmente, Sukholthaman y Sharp (2016) consideram que tal separação de fontes tem impactos significativos sobre o SSWM. Apesar da importância desta prática, as comunidades não a implementam, tendo em mente a crescente geração de resíduos causada pelo crescimento populacional, dando assim resultados zero sobre o SSWM.

Diferentes autores e estudos identificaram outros fatores que impedem o desenvolvimento da reciclagem doméstica; Ekere *et al.* (2009) e Gu *et al.* (2015) indicaram que características demográficas como gênero, localização geográfica, nível de educação, renda e participação em organizações ambientais afetam significativamente a separação de resíduos sólidos a nível doméstico.

Em contraste, Maddox *et al.* (2011), Karim Ghani *et al.* (2013) e Gu *et al.* (2015) descobriram que o nível educacional e a atitude do chefe de família é um fator decisivo variável na reciclagem na fonte. Da mesma forma, Saphores y Nixon (2014) e Gadenne *et al.* (2011) estabelecem que a atitude é um determinante fundamental da participação das famílias na reciclagem. Finalmente, Akil *et al.* (2015) investigaram os impactos das variáveis socioeconômicas sobre as práticas de reciclagem, concluindo principalmente que o comportamento pró-ambiental aumenta à medida que as pessoas envelhecem.

Padilla & Trujillo (2018) estabeleceu que isto se deve a fatores associados ao nível de conhecimento sobre o tratamento eficiente e a separação de resíduos de acordo com a

regulamentação atual, o que causa inconvenientes quando se trata de implementar esta estratégia em residências. Além disso, autores como Díaz-Barriga-Fernández *et al.*, (2017) y Bui *et al.*, (2022) definiram vários problemas que impedem a prática da reciclagem nos países em desenvolvimento, entre eles, mencionam a falta de políticas eficientes e claras relacionadas ao SSWM, a ausência de regulamentações locais e departamentais, a falta de apoio financeiro, uma séria falta de treinamento e educação em todos os níveis, e a falta de uma estrutura legislativa para preservar ou implantar uma economia circular.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos sólidos pode ser considerada uma oportunidade para a geração de energia renovável, novos empregos e vantagens econômicas, bem como para melhorar a conscientização da comunidade sobre questões ecológicas como comentam Ferronato & Torretta (2019). Portanto, considerando os efeitos ambientais, econômicos e sociais da reciclagem, é necessário um programa de reciclagem. Antes de fazê-lo, esta questão deve ser investigada para identificar o nível de participação pública e o nível de conhecimento, atitude e prática das pessoas (Almasi *et al.*, 2019).

Da mesma forma, ainda existem fatores e/ou barreiras à implementação da reciclagem que explicam este comportamento social diante dos problemas ambientais que estamos enfrentando, incluindo fatores sócio-demográficos, sócio-estruturais e o ambiente residencial. O conhecimento que a população urbana tem sobre a disposição de resíduos sólidos e o processo de gestão de resíduos é extremamente precário e insuficiente; uma situação que é condicionada por um lado pela profundidade dos temas considerados, assim como pelo grau de educação, articulação institucional e o grau de educação ambiental que é promovido na população urbana.

Neste trabalho pode-se observar que a concepção cultural dos resíduos na população estudada se dilui entre muitos outros fatores que são encontrados para influenciar a separação dos resíduos dentro do lar. Algumas confusões se destacam, que podem ser atribuídas à falta de clareza nas informações ou à ausência de informações. Ainda há uma falta de interesse da população em compreender o processo de gerenciamento de resíduos, onde os resíduos podem ser reciclagem, compostagem, queimados, utilizados como fonte de geração de eletricidade ou depositados em um aterro sanitário, sendo esta última a última opção desejada.

Finalmente, a população pesquisada reconhece o problema dos resíduos sólidos e que é responsabilidade de todos, e que eles devem cooperar para melhorar o meio ambiente e a saúde. Em geral, a população considera os resíduos sólidos como algo de valor, o que pode proporcionar um benefício indireto a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

AKIL, A. M., FOZIAH, J., & HO, C. S. The Effects of Socio-Economic Influences on Households Recycling Behaviour in Iskandar Malaysia. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. United Kingdom, v. 202, pp. 124–134, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.215>

ALMASI, A., MOHAMMADI, M., AZIZI, A., BERIZI, Z., SHAMSI, K., SHAHBAZI, A., & MOSAVI, S. A. Assessing the knowledge, attitude and practice of the Kermanshah women towards reducing, recycling and reusing of municipal solid waste. **Resources, Conservation and Recycling**, Netherlands, v. 141, pp. 329–338, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.017>

ANAYA CORDERO, J. D., & GÓMEZ MANRIQUE, M. L. Formación en cultura ambiental en niños en edad escolar desde un aprendizaje basado en problemas y su incidencia en las prácticas de reciclaje de la familia [Universitat Autònoma de Barcelona]. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v. 29, Issue. 1, pp. 147-155, 2020. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n1.550>

ANDERSON, J. C., PARK, B. J., & PALACE, V. P. Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. **Environmental Pollution**, United Kingdom, v. 218, pp. 269–280, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074>

BROWNING, S., BEYMER-FARRIS, B., & SEAY, J. R. Addressing the challenges associated with plastic waste disposal and management in developing countries. **Current Opinion in Chemical Engineering**, Netherlands, v. 32, p. 100682, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100682>

BUI, T.-D., TSAI, F. M., TSENG, M.-L., WU, K.-J., & CHIU, A. S. Effective municipal solid waste management capability under uncertainty in Vietnam: Utilizing economic efficiency and technology to foster social mobilization and environmental integrity. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 259, p. 120981, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120981>

BUI, T.-D., TSENG, J.-W., TSENG, M.-L., & LIM, M. K. Opportunities and challenges for solid waste reuse and recycling in emerging economies: A hybrid analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 177, p. 105968, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105968>

COHEN, C., HALFON, E., & SCHWARTZ, M. Trust between municipality and residents: A game-theory model for municipal solid-waste recycling efficiency. **Waste Management**, United Kingdom, v. 127, pp. 30–36, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.018>

CUDJOE, D., WANG, H., & ZHU, B. Assessment of the potential energy and environmental benefits of solid waste recycling in China. **Journal of Environmental Management**, United States, v. 295, p. 113072, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113072>

DANE. Proyecciones de población municipal para el periodo 2018 – 2035. Proyecciones de Población. **Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas**. (2018). Disponible em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

DIAZ-BARRIGA-FERNANDEZ, A. D., SANTIBAÑEZ-AGUILAR, J. E., RADWAN, N., NÁPOLES-RIVERA, F., EL-HALWAGI, M. M., & PONCE-ORTEGA, J. M. Strategic Planning for Managing Municipal Solid Wastes with Consideration of Multiple Stakeholders. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, United States, v. 5, n. 11, 10744–10762, 2017. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02717>

EKERE, W., MUGISHA, J., & DRAKE, L. Factors influencing waste separation and utilization among households in the Lake Victoria crescent, Uganda. **Waste Management**, United Kingdom, v. 29, n. 12, pp. 3047–3051, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.001>

FERRONATO, N., & TORRETTA, V. Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Switzerland, v. 16, n. 6, p. 1060, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>

GADENNE, D., SHARMA, B., KERR, D., & SMITH, T. The influence of consumers' environmental beliefs and attitudes on energy saving behaviours. **Energy Policy**, United Kingdom, v. 39, n. 12, pp. 7684–7694, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.002>

GU, B., WANG, H., CHEN, Z., JIANG, S., ZHU, W., LIU, M., CHEN, Y., WU, Y., HE, S., CHENG, R., YANG, J., & BI, J. Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 98, pp. 67–75, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.001>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, M. DEL P. Metodología de la Investigación (6th ed.). **McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.** 2014.

KARIM GHANI, W. A. W. A., RUSLI, I. F., BIAK, D. R. A., & IDRIS, A. An application of the theory of planned behaviour to study the influencing factors of participation in source separation of food waste. **Waste Management**, United Kingdom, v. 33, n. 5, pp. 1276–1281, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.019>

KASABDJI, G. S., PRADHANANGA, P., & ELZOMOR, M. Health and Safety Issues in Post-Disaster Waste Management: A Case Study in Nepal. **Construction Research Congress 2020**, pp. 520–528, 2020. <https://doi.org/10.1061/9780784482872.056>

KUMAR, A., & AGRAWAL, A. Recent trends in solid waste management status, challenges, and potential for the future Indian cities – A review. **Current Research in Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 2, p. 100011, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.100011>

LI, D., WANG, M.-Q., & LEE, C. The waste treatment and recycling efficiency of industrial waste processing based on two-stage data envelopment analysis with



undesirable inputs. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 242, p. 118279, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118279>

MADDOX, P., DORAN, C., WILLIAMS, I. D., & KUS, M. The role of intergenerational influence in waste education programmes: The THAW project. **Waste Management**, United Kingdom, v. 31, n. 12, pp. 2590–2600, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.023>

MEYS, R., FRICK, F., WESTHUES, S., STERNBERG, A., KLANKERMAYER, J., & BARDOW, A. Towards a circular economy for plastic packaging wastes – the environmental potential of chemical recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 162, p. 105010, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105010>

MPOFU, A. B., OYEKOLA, O. O., & WELZ, P. J. Anaerobic treatment of tannery wastewater in the context of a circular bioeconomy for developing countries. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 296, p. 126490, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126490>

NADALES DÍAZ, E. D. V. Fortalecimiento de la Cultura del Reciclaje y la Reutilización desde la Axiología Ambiental. **Revista Científica**, Venezuela, v. 2, pp. 133–153, 2017. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.0.0.8.133-153>

NAKATANI, J. Life Cycle Inventory Analysis of Recycling: Mathematical and Graphical Frameworks. **Sustainability**, Switzerland, v. 6, n. 9, pp. 6158–6169, 2014. <https://doi.org/10.3390/su6096158>

PADILLA, A., & TRUJILLO, J. C. Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. **Waste Management**, United Kingdom, v. 74, pp. 16–33, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.052>

PASSOS SIMANCAS, E. S. Metodología para la presentación de trabajo de investigación: una manera práctica de aprender a investigar, investigando (2nd ed.). **Institución Tecnológica Colegio Mayor de Bolívar**. 2015.

PATWA, N., SIVARAJAH, U., SEETHARAMAN, A., SARKAR, S., MAITI, K., & HINGORANI, K. Towards a circular economy: An emerging economies context. **Journal of Business Research**, United States, v. 122, pp. 725–735, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.015>

RAZZAQ, A., SHARIF, A., NAJMI, A., TSENG, M.-L., & LIM, M. K. Dynamic and causality interrelationships from municipal solid waste recycling to economic growth, carbon emissions and energy efficiency using a novel bootstrapping autoregressive distributed lag. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 166, p. 105372, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105372>

ROUSTA, K., BOLTON, K., LUNDIN, M., & DAHLÉN, L. Quantitative assessment of distance to collection point and improved sorting information on source separation of household waste. **Waste Management**, New York, N.Y., v. 40, pp. 22–30, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.005>

SAPHORES, J.-D. M., & NIXON, H. How effective are current household recycling policies? Results from a national survey of U.S. households. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 92, pp. 1–10, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.010>

SIDDIQI, A., HARAGUCHI, M., & NARAYANAMURTI, V. Urban waste to energy recovery assessment simulations for developing countries. **World Development**, United Kingdom, v. 131, p. 104949, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104949>

SUKHOLTHAMAN, P., & SHARP, A. A system dynamics model to evaluate effects of source separation of municipal solid waste management: A case of Bangkok, Thailand. **Waste Management**, New York, N.Y., v. 52, pp. 50–61, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.026>

TANG, Z., LI, W., TAM, V. W. Y., & XUE, C. Advanced progress in recycling municipal and construction solid wastes for manufacturing sustainable construction materials. **Resources, Conservation & Recycling: X**, United Kingdom, v. 6, p. 100036, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100036>

TSAI, F. M., BUI, T.-D., TSENG, M.-L., LIM, M. K., & HU, J. Municipal solid waste management in a circular economy: A data-driven bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 275, p. 124132, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124132>

TSAI, F. M., BUI, T.-D., TSENG, M.-L., WU, K.-J., & CHIU, A. S. A performance assessment approach for integrated solid waste management using a sustainable balanced scorecard approach. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 251, p. 119740, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119740>

WANG, H., LIU, X., WANG, N., ZHANG, K., WANG, F., ZHANG, S., WANG, R., ZHENG, P., & MATSUSHITA, M. Key factors influencing public awareness of household solid waste recycling in urban areas of China: A case study. **Resources, Conservation and Recycling**, United Kingdom, v. 158, p. 104813, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104813>

WANG, S., YAN, W., & ZHAO, F. Recovery of solid waste as functional heterogeneous catalysts for organic pollutant removal and biodiesel production. **Chemical Engineering Journal**, Netherlands, v. 401, p. 126104, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126104>

WEN, X., LUO, Q., HU, H., WANG, N., CHEN, Y., JIN, J., HAO, Y., XU, G., LI, F., & FANG, W. Comparison research on waste classification between China and the EU,

Japan, and the USA. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Japan, v. 16, n. 2, pp. 321–334, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10163-013-0190-1>

WINTERSTETTER, A., HEUSS-ASSBICHLER, S., STEGEMANN, J., KRAL, U., WÄGER, P., OSMANI, M., & RECHBERGER, H. The role of anthropogenic resource classification in supporting the transition to a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 297, p. 126753, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126753>

XU, Z., ELOMRI, A., POKHAREL, S., ZHANG, Q., MING, X. G., & LIU, W. Global reverse supply chain design for solid waste recycling under uncertainties and carbon emission constraint. **Waste Management**, New York, N.Y., v. 64, pp. 358–370, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.024>

YU, K. H., ZHANG, Y., LI, D., MONTENEGRO-MARIN, C. E., & KUMAR, P. M. Environmental planning based on reduce, reuse, recycle and recover using artificial intelligence. **Environmental Impact Assessment Review**, United States, v. 86, p. 106492, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106492>


ZHAN, L., JIANG, L., ZHANG, Y., GAO, B., & XU, Z. Reduction, detoxification and recycling of solid waste by hydrothermal technology: A review. **Chemical Engineering Journal**, Netherlands, v. 390, p. 124651, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124651>


## **EDUCAÇÃO ALIMENTAR E ARTE: ABORDANDO SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, SOBERANIA ALIMENTAR E AGROECOLOGIA POR MEIO DO TEATRO**

**Talita Rodrigues Ferreira, Valéria Cristina da Costa**

**Resumo:** A educação alimentar visa a formação de hábitos alimentares saudáveis, a aprendizagem de conceitos importantes, capazes de gerar uma nova conduta que permita reconhecer o caráter nutritivo dos alimentos, como acessá-los e ainda noções de como os alimentos se comportam e quais os seus impactos sociais e ambientais. Sendo assim, o objetivo deste artigo é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramático referente aos temas segurança alimentar e nutricional, soberania alimentar e agroecologia. O texto foi escrito usando-se técnicas do *Storytelling*: construção da premissa, caracterização dos personagens, redação do *plot* e do *storyline* e escrita da versão final. Ele se refere a uma banana que deseja pegar um ar fresco, mas um biscoito recheado aparece e torna esse momento um pouco tenso. Considerando-se o texto produzido, entende-se que ele é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com estudantes sobre os temas anteriormente mencionados.

**Palavras-chave:** Segurança alimentar e nutricional. Soberania alimentar. Agroecologia. Teatro científico. Divulgação científica.

T. R. Ferreira (  ) Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.  
talita.rodrigues@ufvjm.edu.br

V. C. da Costa (  ). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Um dos temas que vem sendo discutido no meio científico é como o diálogo entre a agroecologia, segurança alimentar e nutricional (SAN) e soberania alimentar (Sobal) pode culminar significativamente para a consecução dos objetivos das mesmas, com métodos cabíveis para que essa relação seja implementada na prática. Após a criação do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea), em 1994, e do Fórum Brasileiro de Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (FBSSAN), o conceito de segurança alimentar e nutricional começou a tomar uma dimensão ampla no país, estabelecendo um vínculo direto entre sua ascensão e a garantia do direito humano à alimentação adequada. Com base na aprovação que ocorreu na II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, realizada em Olinda, PE, no ano de 2004, estabeleceu-se que

a segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, cultural, econômica e ambientalmente sustentáveis (CONSEA, 2004, p. 2).

Além disso, de acordo com a declaração da Cúpula Mundial da Alimentação de 1996,

existe segurança alimentar quando todas as pessoas têm, a todo momento, acesso físico e econômico a suficientes alimentos inócuos e nutritivos para satisfazer suas necessidades alimentícias e suas preferências quanto aos alimentos, a fim de levar uma vida ativa e saudável (FAO, 2006, tradução nossa).

Conhecer os princípios da soberania alimentar é também de extrema importância para que esse diálogo seja avaliado. As organizações vinculadas à Via Campesina lançaram o conceito de soberania alimentar, sendo compreendido como

o direito dos povos a definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação a toda a população, com base na pequena e média produção, respeitando suas próprias culturas e a diversidade dos modos camponeses de produção, de comercialização e de gestão, nos quais a mulher desempenha um papel fundamental (VIA CAMPESINA, 2009).

Segundo a Via Campesina, para que esse conceito seja de fato implementado, torna-se necessário que alguns princípios sejam levados em consideração, sendo eles: (1) alimentação enfocada como direito humano; (2) realização da reforma agrária; (3) proteção dos recursos naturais; (4) reorganização do comércio de alimentos; (5) eliminação da globalização da fome; (6) busca da paz social e liberdade de expressão; (7) controle democrático dentro do sistema agroalimentar (SEVILLA-GUZMÁN; SOLER, 2010).

Nesse sentido, nota-se a relevância de ampliar o debate em torno da agroecologia, ao considerar que a sua proposta é uma grande ferramenta para a consecução dos objetivos da SAN e Sobal, tendo em vista que

[...] o objetivo da Agroecologia não é, simplesmente, contribuir para uma produção mais sustentável, dentro dos mecanismos do desenvolvimento limpo, ou para ocupar nichos de mercado de produtos “verdes” dentro das políticas da globalização econômico-ecológica (LEFF, 2002, p. 44).

Partindo desse ponto, observa-se que a agroecologia possui ferramentas técnicas, organizacionais e metodológicas que podem possibilitar a tomada de iniciativas válidas de articulação entre produção e consumo em bases sustentáveis e socialmente justas, ou seja, a agroecologia fornece elementos concretos que possibilitam o redesenho dos sistemas agroalimentares, adequação ambiental, cultural, econômica e social.

Diante da importância do processo educativo, a educação alimentar é uma dimensão que possibilita uma leitura articulada entre agroecologia, segurança alimentar e nutricional e a soberania alimentar. O impacto da proposta contida no texto pode ser bastante significativo, ao levar em consideração que o teatro tem se mostrado uma ferramenta muito importante para promover reflexões sobre diversos assuntos. Segundo Boal (2015), “o teatro é uma forma de conhecimento e deve ser também um meio de transformar a sociedade”. Deste modo, torna-se relevante e viável a utilização de ferramentas de intervenção capazes de lidar com temas específicos, a fim de que haja algum tipo de transformação social. Diante disso, o teatro se torna uma excelente estratégia, uma vez que é capaz de trabalhar de maneira clara, objetiva e dinâmica temas complexos que dialogam entre si.

O teatro científico, ou teatro de temática científica, caracterizado por abordar temas da ciência em uma perspectiva pedagógica, vem sendo bastante usado por diversos coletivos no Brasil na divulgação científica, como relatado por Moreira e Marandino (2015), sendo, inclusive, o Núcleo Arte e Ciência no Palco um dos coletivos mencionados por esses autores. Conforme as palavras do ator Carlos Palma, integrante desse grupo, “o que o teatro faz é pensar a nossa existência, a nossa vida; se a ciência faz parte da nossa vida, então ela tem que estar no teatro” (PALMA, 2005 *apud* MASSARANI; ALMEIDA, 2006).

Por meio do uso do teatro científico, o público é lembrado “de suas próprias responsabilidades diante dos rumos que o conhecimento científico pode gerar em nossa civilização” (THÜRLER, 2011). Ademais, Moreira e Marandino (2015) fazem uma importante reflexão sobre o benefício do uso desse tipo de teatro, a saber:

A proficuidade dessa prática [teatro de temática científica] reside na possibilidade de se conhecerem ciência e tecnologia para além dos seus conceitos, experimentos ou produtos, focalizando uma abordagem mais humanista. Assim, cientistas podem ser desnudados em seres humanos, com suas emoções e conflitos, e os experimentos poderiam ser contextualizados, conhecendo-se os interferentes sociais que influenciaram nas grandes descobertas científicas. Nessa mesma perspectiva, pode-se problematizar o papel do cientista na sociedade, e sua imagem, bem como questões a respeito do sentido da vida e do mundo, e os dilemas éticos, políticos, religiosos e históricos relacionados à ciência e à tecnologia (MOREIRA; MARANDINO, 2015).

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é retratar a escrita, bem como a importância, de um texto dramático relacionado à educação alimentar, com foco nos temas segurança alimentar e nutricional, soberania alimentar e agroecologia.

## METODOLOGIA

A princípio, foram realizadas pesquisas bibliográficas e discussões, no Núcleo de Dramaturgia do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, a respeito dos temas a serem abordados no texto dramático, sendo eles segurança alimentar e nutricional, soberania alimentar, agroecologia, educação alimentar e demais conceitos pertinentes e agregadores ao assunto. Segundo Amaral (2007), a pesquisa bibliográfica é fundamental em qualquer trabalho científico, pois influencia todas as etapas de uma investigação.

O núcleo de dramaturgia acima mencionado se reúne semanalmente, com encontros que duram cerca de uma hora, e em que estão presentes estudantes e professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus do Mucuri. Esses encontros visam a abordagem e discussão de diversos temas que abrangem aspectos relacionados às questões ambiental, social, cultural e econômico. Através da troca de saberes e aprimoramento de temas específicos, são construídos os textos dramáticos.

O texto dramático foi construído para o público infantil (de 05 a 12 anos) e para profissionais da educação que lidem com estudantes nessa faixa etária. Para a elaboração do texto, foram utilizadas técnicas do *Storytelling*, termo que significa a capacidade de construir histórias relevantes, descritas por Andrighetti e Freitas (2017). Inicialmente, foi definida a premissa da história. Uma premissa é a ideia inicial, o ponto de partida para se construir o *Storytelling*. A etapa seguinte consistiu na caracterização dos personagens, conferindo a eles atributos físicos e psicológicos, e elaboração do *plot*, que é a síntese da história em uma frase. Para tal, foi considerado o seguinte esquema: Personagem + Desejo + Conflito. A partir do *plot*, a premissa começou a ser desenvolvida e avançou-se também para a redação do *storyline*, que é basicamente um resumo da história contendo aproximadamente cinco linhas. Ele também pode ter três linhas, cada uma representando um ato. No *storyline*, estarão os conflitos principais da trama e como serão resolvidos (ANDRIGHETTI, 2017). A partir do *storyline* se redige o texto na íntegra, cuja versão final será apresentada na próxima seção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O texto produzido, bem como os demais que vem sendo redigidos por componentes do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, é curto, com vistas a permitir discussões após a apresentação teatral, já que as autoras deste artigo tem entendimento semelhante ao apresentado por Gardair e Schall (2009) de que “o espetáculo teatral, no campo da educação em ciências, deve funcionar como ponto de partida para gerar o debate sobre temas relacionados à prática científica”.

Ao se tratar das questões de segurança alimentar e nutricional e soberania alimentar, não se pode desconsiderar as dimensões alimentares, isto é, produção, distribuição, comercialização e acesso aos alimentos, levando em consideração aspectos nutricionais, isto é, acesso e consumo em quantidade e qualidade suficiente que possa suprir as necessidades do organismo de modo que o aproveitamento biológico dos

nutrientes presentes nos alimentos seja garantido, tendo como pensamento primordial que a comida necessita alimentar não somente o corpo, mas também a alma, espírito e mente.

Partindo disso, observa-se que a agroecologia, por sua vez, contribui para a efetivação de tais conceitos de uma maneira mais justa e sustentável, uma vez que ela incorpora práticas tradicionais de produção, processamento e consumo de alimentos que preservem a socio-biodiversidade e as dimensões culturais e sociais, a concepção de relação homem-natureza e demais elementos que a compõe.

A fim de que esses conceitos e ações possam ser refletidos, um texto dramático foi construído, seguindo o eixo da educação alimentar, a fim de atingir o público alvo escolhido (estudantes de 05 a 12 anos e profissionais da educação que lidem com estudantes nessa faixa etária). Como mencionado na seção anterior, a produção do texto foi feita utilizando-se técnicas do *Storytelling*, cujas etapas serão apresentadas a seguir:

### **Premissa**

Dois alimentos completamente diferentes se encontram e, enquanto continuam inteiros, estão dispostos a defender suas composições e utilidades.

### **Plot**

Uma banana deseja pegar um ar fresco, mas um biscoito recheado aparece e torna esse momento um pouco tenso.

### **Storyline**

A banana Nana escapa da mochila de seu dono, em busca de ar fresco. Pouco depois, se depara com o biscoito recheado Lalate. Os dois iniciam uma discussão com o propósito de decidir qual deles é o melhor alimento. Após muita conversa e grandes argumentos, a banana Nana se sobressai na discussão.

### **Caracterização dos personagens, síntese e texto dramático**

O texto dramático possui dois personagens, são eles uma banana, cujo nome é Nana, e um biscoito recheado de sabor chocolate, cujo nome é Lalate. A partir desse texto, pretende-se que os espectadores compreendam e reflitam sobre a importância de se adquirir e manter uma alimentação saudável, consumindo alimentos que provêm de uma produção justa e sustentável, e que não promovam desequilíbrio ambiental. A humanização dos personagens foi feita considerando serem excelentes exemplos de alimentos a serem trabalhados, principalmente com o público infantil.

A banana é uma fruta tropical bastante versátil, das mais consumidas no Brasil. Muito rica em carboidratos, proteína, fibra, vitaminas A, C, B1, B6 e B12, além de ser rica em fósforo, potássio, magnésio e ter baixíssimo teor de gordura. A cultura da banana tem grande relevância econômica para o país, é a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. Cultivada por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60% da produção proveniente da agricultura familiar (TACO, 2017).

O biscoito recheado, um alimento ultra processado muito consumido, principalmente pelas crianças, possui um alto teor de carboidrato e açúcar, além de ser muito rico em gordura trans e saturada. Em apenas um pacote há cerca de 1000 kcal, não deixa uma sensação de saciedade pois é pobre em fibras. O grande consumo desse alimento gera vários problemas à saúde, como aumento de peso, colesterol e diabetes. Além disso, após o consumo, o descarte pode causar impactos negativos ao meio ambiente (TACO, 2017).



Segue o texto dramaturgico na íntegra:

### Texto dramaturgico

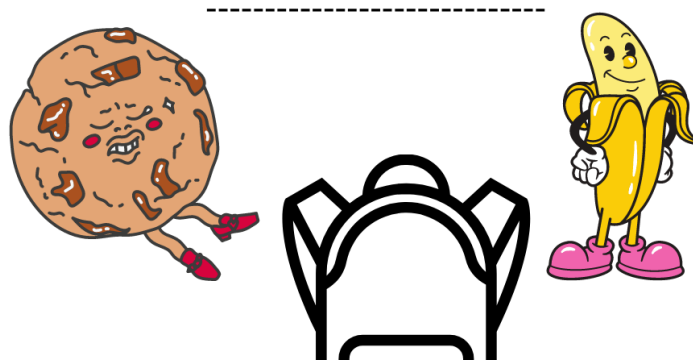
**Título** - Banana, para que te quero? (Figura 1)

**Dramaturgia** - Talita Rodrigues Ferreira, com colaboração da co-autora deste artigo e do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

Figura 1 – Banana, para que te quero?



# BANANA, PARA QUE TE QUERO?



Fonte: Talita Rodrigues Ferreira, 2022.

**Narrador:** Em uma tarde quente de dezembro, durante um intervalo em uma escola infantil da cidade de Teófilo Otoni, duas lancheiras que se encontram uma ao lado da outra começam a se esbarrar. A sala de aula estava tão quente, mas tão quente, que todos os alimentos não se aguentavam mais dentro de um compartimento pequeno, logo começaram a se mexer de um lado para o outro. A banana Nana foi a primeira a se libertar. Pense uma banana linda, grande e bem amarelinha, hummm... com uma cara de que estava bem docinha.

**Banana Nana:** Nossa! Nem acredito que estou livre dessa prisão, até a hora do meu dono chegar e me devorar, eu posso ter uns minutinhos de paz e pegar um pouco de ar livre, aiai...

**Narrador:** A banana Nana é bem esperta, não é à toa que foi a primeira a sair da lancheira, ela é engraçada e um pouquinho debochada, sempre fala tudo o que pensa. Mas a banana Nana não ficou muito tempo sozinha. De repente, ela escuta um barulho.

**Som:** Chtlack, chtlak. Chtlack, chtlack.

**Narrador:** Quem aparece e se liberta, de dentro da lancheira ao lado de Nana, é o biscoito recheado Lalate, um biscoito sabor chocolate, que possui uma aparência muito, mas muito atrativa. Tenho certeza que deve ser bem difícil uma criança resistir, além disso ela é bastante comunicativa e um pouco estressada.

**Biscoito Lalate:** Misericórdia, não tenho nem mais coluna depois de me amassar toda para sair desse aperto!

**Narrador:** Lalate olha para o lado e leva um grande susto! Isso porque a banana Nana está olhando para ele, com uma cara de espanto.

**Biscoito Lalate:** Olha só quem está aqui! Posso saber por que a senhorita está olhando para mim com esses olhos es-bu-ga-lha-dos? Por um acaso perdeu alguma coisa aqui? A! Quer saber, nem me importo, porque você sabe, né, uma bananinha, como você, jamais chegará à minha altura!

**Banana Nana:** E eu posso saber por que eu jamais chegarei à sua altura?

**Biscoito Lalate:** E você ainda pergunta? Olhe para mim! Carrego comigo um sabor de chocolate e sou tão bonita, mas tão bonita que, quando uma criança me vê no supermercado, não resiste a mim. Eu sou cheinha de gostosura!

**Banana Nana:** *[Risos]* você é cheinha é de gordura! Isso sim! Você sabia que dentro de você tem um “tantão” de calorias. E se as crianças comerem muitos de você, elas podem ficar com diversos problemas de saúde, como obesidade, colesterol alto, diabetes e todos esses problemas que a gente escuta os adultos falando? Já eu! Eu não causo problema a ninguém e nunca deixei nenhuma criança doente e nem com dor de barriga.

**Narrador:** Lalate fica calada por um tempo e começa a refletir, pensando em como ela vai sair dessa enrascada, isso porque a banana Nana começou a falar algumas verdades. De repente, ela volta a se pronunciar.

**Biscoito Lalate:** Quer saber de uma, Nana? Eu também sou saudável!

**Banana Nana:** Ah é? E eu posso saber como?

**Biscoito Lalate:** Eu sou saudável porque, além de eu ser de chocolate, eu também posso ter sabor de fruta, eu posso ser de morango, de abacaxi, de limão e todo recheio que você imaginar.

**Banana Nana:** Agora você foi longe demais! Você pode enganar essas crianças, mas a mim você não engana, Lalate. Esse sabor de fruta que você e seus colegas têm é artificial, é tudo uma baita mentira! Cheinho de açúcar e não tem nenhum nutriente.

**Biscoito Lalate:** Ha, ha, ha! Pelo menos, eu posso ter vários sabores e você, que só tem sabor de banana!

**Banana Nana:** Uai! Mas eu sou uma banana. E o meu sabor é de verdade! Mas não se engane, tá? Tem banana para todos os gostos nesse mundão.

**Banana Nana:** *[Cantando]*

Tem banana nanica,  
E é a mais popular,  
Eu sou uma delas  
E todos amam provar.

A banana da Terra, todos podem ver,  
Ela é muito rica em Vitamina C.  
A banana prata também é legal,  
É boa para visão e para circulação.  
A banana maçã é a banana da vez,  
É super indicada para idosos e bebês.  
A banana ouro tem a polpa docinha,  
Super indicada tem poucas calorias,  
E não se preocupe, preste bem atenção,  
Ela é muito boa para o seu coração.

**Narrador:** O biscoito Lalate faz uma cara de espanto, não esperava mesmo que Nana apareceria com uma dessas e logo a rebate.

**Biscoito Lalate:** E do que adianta ter esse tanto de banana aí que você disse? Você é totalmente fora de moda, eu não sei quem foi a criança que trouxe você como lanche.

**Banana Nana:** Eu? Fora de moda? É aí que você se engana, queridinha. Eu sou uma das frutas mais consumidas desse país. E ninguém precisa ter vergonha de mim. Eu sou rica em nutrientes! Carrego comigo só coisas boas, sou cheia de proteína, fibras, carboidratos e boas vitaminas.

**Biscoito Lalate:** E o que adianta? Eu sou fácil de achar e de comprar, tenho em todo lugar. E você, de onde vem?

**Banana Nana:** Você é fácil de comprar, mas eu é que sou produzida em um belo lugar, a maior parte da minha produção vem da agricultura familiar!

**Biscoito Lalate:** E daí? Desde quando quem come precisa saber de onde vem a comida?

**Banana Nana:** Até parece que você não sabe que, quanto mais consciente é a fonte mais saudável é o alimento? Saber de onde vem o que se come não é só coisa para adulto! Todo mundo pode conhecer um pouquinho da produção, do processamento e do abastecimento do alimento. Aliás, já que todas essas crianças têm direito a ter alimentos de qualidade, não custa nada querer comer aquilo que veio de um lugar sustentável, onde não se faz mal a ninguém, não se prejudica o meio ambiente e se valoriza o conhecimento de todos os povos.

**Narrador:** Lalate fica um pouco pensativo, parece não entender muito bem o que Nana está falando e aceita tudo calado.

**Banana Nana:** Bom, parece que eu peguei bem no seu ponto fraco, não é mesmo? Por acaso tem mais algum questionamento a fazer?

**Biscoito Lalate:** É... você pode ter vencido essa batalha, mas não ganhou a guerra! Daqui a pouco os nossos donos vão chegar, nós dois vamos ser devorados e, no fim de tudo, o que restar vai para o mesmo lugar.

**Banana Nana:** É aí que você se engana, Lalate. O que sobra de mim é a minha casca e ela é formada por matéria orgânica nutritiva, já o que resta de você é apenas resíduo, que demora anos e anos para se decompor.

**Biscoito Lalate:** E o que esse negócio de orgânico quer dizer?

**Banana Nana:** Isso quer dizer que a minha casca ainda pode ser bastante utilizada, sem prejudicar nada nem ninguém. A mãe do meu dono por exemplo, faz bolo com a minha casca, pão com a minha casca e até hambúrguer com a minha casca. Tem tanta receita gostosa que você nem pode imaginar! A vovó do meu dono usa a casca das bananas como adubo orgânico há muito tempo. E não para por aí, ontem à noite enquanto eu estava na fruteira da cozinha, escutei, na televisão da sala, que, em algumas instituições, estão sendo feitas algumas pesquisas para usar a minha casca na despoluição de águas contaminadas.

**Biscoito Lalate:** Nossa! Por essa eu não esperava. E com os resíduos não dá para fazer tudo isso também?

**Banana Nana:** Infelizmente não. A maioria dos resíduos plásticos demora quase 400 anos para se decompor, causa muitos problemas ao meio ambiente e, conseqüentemente, a todos os humanos. Quando o plástico não é descartado corretamente, ele vai parar nas ruas, inclusive eu já vi vários dos seus pacotes rolando pelo chão, enquanto eu estava na banca da feirinha para ser vendida. Vão parar também nos bueiros, rios, aterros sanitários, florestas, chegando até os oceanos, anualmente, cerca de 8 milhões de toneladas de plástico por ano. Dá para imaginar uma coisa dessa? Quer saber de uma, Lalate? A coisa é feia! Todo mundo deveria evitar que os animais, as águas, o solo e tudo ao nosso redor sofresse.

**Narrador:** Lalate fica muito espantado e triste ao ouvir todas as declarações de Nana. Ela não fazia ideia dos prejuízos que poderia causar. Assim como muitas pessoas, ela também sempre esteve enganada. Lalate passa um bom tempo pensando em tudo que acabou de ouvir, sem querer causar mais discussões e, com uma expressão de paz, volta a falar com Nana.

**Biscoito Lalate:** Nana, você abriu os meus olhos! Eu jamais poderia imaginar que se alimentar de maneira saudável e com qualidade ajudaria tanto a saúde das pessoas quanto a natureza. Pode ter certeza de uma coisa, se o meu dono não fosse acabar comigo daqui a pouquinho, eu faria propaganda de você para ele.

**Banana Nana:** *[Risos]* eu sei, além do mais, propaganda é algo que você é boa em fazer. É uma pena que este seja o seu fim e não há mais nada a questionar. Eu realmente espero que um dia todos possam entender e concordar que você pode sim ser muito gostosa, mas qualidade de vida e saúde de ferro SÓ EU POSSO DAR!

**Narrador:** De repente, o sinal da escola toca. Lalate e Nana se apressam para entrarem de volta para dentro das lancheiras. É, criança, depois de toda essa conversa que ouvimos, nós podemos concordar que comer bem e comer saudável não é sinônimo de algo ruim e não é sinônimo de pobreza. Além disso, poder ter acesso a alimentos de qualidade, que venham de uma produção justa e sustentável, é um direito de todos nós e algo que devemos buscar incessantemente.

Fim da história.

Sabe-se que o caráter nutritivo dos alimentos consumidos, não só pelas crianças, mas por todos os seres humanos, é de suma importância para a sobrevivência, uma vez que é um direito humano o acesso a alimentos de qualidade. Através do texto dramaturgicamente apresentado, nota-se a preocupação em transmitir de maneira facilitada, a importância de se atentar não somente ao sabor do alimento, mas principalmente aos benefícios que ele proporciona à saúde e vida humana.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição Nutricional (TACO, 2017), que permite comparar a composição nutricional de cada alimento, ao se tratar de biscoito recheado e banana, são observadas diferenças bastante significativas, principalmente quanto à quantidade de calorias, gorduras e açúcar que esses alimentos possuem. Para 100 gramas de parte comestível, em termos de energia, o biscoito recheado possui 472 quilocalorias, enquanto a média dos diferentes tipos de banana crua (terra, figo, maçã, nanica, ouro, pacova e prata) é 100 quilocalorias. Quanto ao teor de gorduras, o biscoito recheado possui 19,6 gramas, enquanto a média das bananas acima citadas corresponde a 0,1 grama. Em relação a carboidratos, o biscoito recheado possui 70,5 gramas, enquanto a média para as bananas é 26,2 gramas.

Considerando que as escolhas pautadas no produzir e consumir alimentos estão radicadas na sociedade, é possível dialogar sobre como são constantes e impactantes as diversas influências construídas socialmente quando se trata de alimentação. Concepções e visões de mundo localizadas no tempo e no espaço, heranças culturais, conhecimentos locais, além das iniciativas oriundas dos movimentos organizados que têm questionado o modelo neoliberal, estão na gênese dos sistemas agroecológicos (GIRALDO E ROSSET, 2016).

Além disso, os modos de vida, a urbanização intensificada e todos os ajustes necessários no campo alimentar, bem como as práticas corporais, são moldados a partir das necessidades de homogeneização da vida para a consolidação de formações sociais determinadas e condizentes com o capitalismo mundial integrado (GUATTARI, 1986).

Em um determinado momento do texto, o biscoito Lalate diz à banana Nana “que ela está completamente fora de moda”, expressando ser uma vergonha consumir uma banana. Esse discurso também se materializa na criação de “necessidades” de consumo (BARBER, 2009), o que distancia completamente o homem de uma comida considerada saudável e autêntica, levando em consideração que a “necessidade” se baseia em consumo de alimentos processados, ultra processados e artificializados. Com base nisso, percebe-se um sistema alimentar que manipula a escolha e decisões das pessoas, a fim de que seja mantido um determinado padrão de status. Ademais, as escolhas em um mundo globalizado se tornam cada vez mais limitadas, como mostrado na Figura 2, em que a jovem, por questões de oferta, preço e cultura alimentar imposta por grandes corporações, se vê, angustiada, tendo que escolher entre sanduiche ou batata frita, ambos alimentos inadequados do ponto de vista nutricional. Conforme Vivas (2014),

avançamos rumo a um mundo com mais alimentos, menos diversidade e maior insegurança alimentar. A “dieta globalizada” é resultado de uma “produção-distribuição-consumo globalizados”, onde nem camponeses nem consumidores contam. Acreditamos decidir o que comemos, mas não é assim (VIVAS, 2014).

Figura 2 – Jovem no processo de escolha de um alimento.



Fonte: Vinícius Figueiredo Silva (2022).

Em contrapartida a isso, a agroecologia pode proporcionar a ressignificação do alimento no que diz respeito ao que se come, como se come, com quem se come e por que se come. Ao destrinchar essa sequência de pensamento, partindo para uma descaracterização dos personagens do texto dramático em questão, tanto da banana quanto do biscoito recheado, pode-se ampliar a discussão a respeito da ressignificação do alimento. O Brasil é o segundo maior mercado de biscoitos em vendas, com um consumo per capita em média de 8,5 kg/ano, e registra-se presença do produto em 99,6% dos lares brasileiros, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoito, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. O seguimento que mais vende é o de recheados (ABIMAPI, 2017/2018).

Ao se falar principalmente em biscoitos recheados, têm-se que esses produtos geralmente são consumidos para satisfazer as necessidades sensoriais, e não nutricionais, sendo assim, a qualidade sensorial é o principal fator na determinação da aceitação e da preferência do consumidor por esses produtos, devendo-se conhecer os parâmetros sensoriais considerados importantes por esse público (ORMENESE *et al.*, 2001).

Partindo disso, uma ótima alternativa é buscar reproduzir esses alimentos com ingredientes que possuam uma boa composição nutricional e um bom sabor. Como um bom exemplo de que esta é uma alternativa válida, pode-se observar uma avaliação sensorial que foi feita por Saydeles (2010). Tal avaliação consistiu em uma análise sensorial realizada com 50 crianças, com idades entre sete e dez anos, em uma instituição privada de Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS). O biscoito utilizado foi produzido com redução no teor de gorduras e aumento no teor de fibras. Segundo o estudo destes autores, houve uma boa aceitação do biscoito elaborado, não diferindo estatisticamente do industrializado. Desta forma, é notório que buscar meios alternativos de composição e produção de alimentos a fim de que agradem o paladar, e não deixem de ser saudáveis, é um caminho a ser seguido.

No decorrer do texto dramático, a banana Nana busca mencionar ações consideradas bastante interessantes como, por exemplo, o reaproveitamento da casca da banana para diversos fins. Nota-se que esta é uma prática a ser levada em consideração, uma vez que valoriza os saberes tradicionais e a cultura de cada um. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a banana é a segunda fruta mais consumida no planeta, ela é muito popular, e o que a torna mais prática é sua “embalagem natural” que, assim como a Nana mencionou, pode ser extremamente reaproveitada.

O uso da casca da banana na alimentação pode ser até mesmo uma alternativa para lidar com situações em que indivíduos não conseguem ter acesso a alimentos de qualidade. A fome e o desperdício no Brasil são um grande problema, já que o país é um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo e produz cerca de 140 milhões de toneladas de alimentos por ano, e ainda assim milhões de pessoas não possuem acesso a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente (BARROS *et al.*, 2008). Somado a isso, de acordo com Fernandes (2012), 20% das sobras orgânicas dizem respeito ao desperdício doméstico, apropriado pela carência de conhecimento de suas propriedades nutritivas, tornando-se resíduos orgânicos. Portanto, é notório que a educação alimentar é essencial para que todos esses aspectos possam ser debatidos.

As cascas de banana apresentam quantidades significativas de fibras e minerais, entretanto, sabe-se que são pouco exploradas e reutilizadas. Essas cascas permitem uma grande variedade de aplicação. Segundo Gondim *et al.* (2005), uma das formas utilizadas para o aproveitamento desses resíduos orgânicos é a elaboração de farinhas, produto de fácil obtenção e que possui elevadas quantidades de nutrientes quando comparada às próprias partes comestíveis da banana. Com isso, percebe-se que a farinha da casca da banana é uma excelente alternativa nutritiva e sustentável a ser inserida na alimentação, tendo em vista que ela é o principal ingrediente para a fabricação de bolos, pães, massas, dentre outros alimentos.

Em termos de resíduos, pode-se comparar os benefícios e malefícios dos alimentos mencionados no texto. Não se pode deixar de citar um dos comentários feitos pela banana Nana no texto dramaturgico, que diz respeito à geração de resíduos provocada pelas embalagens, principalmente dos alimentos industrializados e ultra processados, que é o caso do biscoito recheado. O plástico evoluiu da posição de substituto à de matéria prima essencial para um grande número de materiais e, a cada nova necessidade da vida moderna, logo emerge das provetas um material sintético mais racional, mais abundante mais uniforme, mais econômico (RAMALHO, 2009). Esse plástico, quando é descartado de forma inadequada, gera inevitavelmente problemas sanitários e ambientais. Deste modo, a oportunidade de não fazer o uso de tais materiais, bem como se adequar a substituições mais sustentáveis é uma alternativa indispensável.

Partindo dos aspectos estudados e abordados anteriormente, nota-se a necessidade de intervenções no âmbito da educação alimentar, a fim de que os objetivos da SAN e da Sobal sejam propriamente cumpridos. Sabe-se que a correta formação dos hábitos alimentares na infância favorece a saúde, permitindo o crescimento e o desenvolvimento normal e prevenindo uma série de doenças crônicas degenerativas na idade adulta (GANDRA, 200). O diálogo entre segurança alimentar e nutricional, soberania alimentar e agroecologia possibilita o caminho para a construção de uma melhor realidade, em que a relação do homem com o alimento possa se reconstruir em novas bases formadas pela justiça, solidariedade, valorização dos saberes tradicionais, sustentabilidade ambiental e, o principal, resgatar a visão de que todas essas bases são um direito humano universal (PEREZ-CASSARINO, 2013).

Por fim, vale destacar que o texto dramaturgico é relevante para que sejam geradas reflexões a respeito daquilo que o próprio alimento agroecológico busca acionar, que é o conceito ampliado de saúde e bem-estar, bem como a conscientização em relação à necessidade de integração sociedade-natureza. De acordo com Gardair (2012),

a linguagem teatral, tão rica em elementos e significados, desafia o público a interpretar os tantos signos que compõem o discurso cênico. O extenso alfabeto do teatro, composto de palavras, gestos, cenário, figurino, dentre outros, tende a ampliar as possibilidades de elaboração de diferentes leituras de mundo (GARDAIR, 2012).

Esse texto dramaturgico pode ser utilizado por professores que promovam a encenação com seus estudantes; em ações realizadas por educadores ambientais; em processos de formação inicial ou continuada de docentes, como possibilidade de estratégia pedagógica a ser usada em sala de aula por estes profissionais; e pelo Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência da UFVJM, que tem, como objetivo, encenar textos a partir dos quais possam ser discutidas questões socioambientais e promovida a divulgação científica. Por fim, para o preparo da encenação, podem ser utilizados os jogos teatrais desenvolvidos pelo importante teatrólogo brasileiro Augusto Boal descritos no livro *Jogos Para Atores e Não Atores* (BOAL, 2015).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através das pesquisas bibliográficas realizadas, dos debates e diálogos promovidos no núcleo de dramaturgia e da criação do texto dramaturgico, confirmou-se a necessidade de difusão de conhecimento e reflexão sobre segurança alimentar e nutricional, soberania alimentar e agroecologia, uma vez que “ninguém luta contra as forças que não compreende” (FREIRE, 2008, p. 46), logo não é possível defender aquilo que se desconhece.

A intervenção teatral é uma alternativa criativa e eficaz de abordar os temas acima discutidos, de maneira clara ao público, capaz de gerar reflexões e mudanças de comportamento. O texto dramaturgico em questão tem como objetivo capacitar o público alvo (estudantes de 05 a 12 anos e profissionais da educação que lidem com estudantes nessa faixa etária) em relação ao consumo, produção e comercialização de alimentos saudáveis, valorizando e respeitando os hábitos alimentares culturalmente já mencionados, de maneira articulada e integrada à agroecologia, segurança alimentar e nutricional e a soberania alimentar. Como etapa posterior, se pretende realizar a montagem dessa intervenção artística.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos demais membros do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, pelas contribuições dadas durante a produção deste artigo. À Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC) da UFVJM e ao Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia do Campus do Mucuri, pelo apoio financeiro, estrutural e logístico dado ao Projeto “Arte (com)Ciência: o teatro como possibilidade de formação de público e de discussão/divulgação de conhecimentos científicos”. Ao desenhista Vinícius Figueiredo Silva, pela confecção da imagem apresentada na Figura 02 deste artigo.



## REFERÊNCIAS

- ABIMAPI. **Anuário ABIMAP 2017/2018**. São Paulo: Editora Definição, 2017/2018. Disponível em <<https://abimapi.com.br/anuario/pdf/Cap1.pdf>>. Acesso em: 15 de jan. 2022.
- AMARAL, J. J. F. **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**. Fortaleza: UFC, 2007.
- ANDRIGHETTI, M., FREITAS, T. Os 7 passos para criar uma história. Disponível em: <<https://anyflip.com/unvr/ilwg/basic>>. Acesso em: 20 de ago. 2021.
- BARBER, B. R. **Consumido: como o mercado corrompe crianças, infantiliza adultos e engole cidadãos**. Rio de Janeiro: Record, 2009.
- BARROS, M. A. B.; LOPES, G. M. B.; WANDERLEY, M. B. Cadeia Produtiva de Banana: consumo, comercialização e produção no estado de Pernambuco. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 84-104, 2008.
- BOAL, A. **Jogos para atores e não atores**. São Paulo: Cosac Naify, 2015, 416 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **VII Conferência Nacional de Saúde. Democracia é Saúde**. Relatório final. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1986.
- CONSEA – CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. Relatório da III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília: Consea, 2007. Disponível em: <<http://transformatoriomargaridas.org.br/sistema/wp-content/uploads/2015/02/III-Confer%C3%A2ncia-Nacional-de-Seguran%C3%A7a-Alimentar-e-Nutricional-2007.pdf>>. Acesso em: 07 de jan. 2022.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Seguridad Alimentaria. **Informe de Políticas**. Roma: n. 2, 2006.
- FERNANDES, A. **Cascas, talos, folha e outros tesouros nutricionais: solução práticas e originais para o aproveitamento integral dos alimentos**. Lisboa: Planeta, 2012.
- FREEPIK. **Um conjunto de criança comendo fast food**. Disponível em: <<https://br.freepik.com/>>. Acesso em: 22 de jan. 2022.
- FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 3. ed. São Paulo: Centauro, 2008.
- GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. **Ciência e Educação**, v.15, n.3, p. 695-712, 2009.
- GARDAIR, T. L. **Integrando a percepção de estudantes à criação de peça teatral: uma alternativa de educação científica em diálogo com as artes**. 2012. 380 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

GIRALDO, O. F.; ROSSET, P. M. La agroecología em una encrucijada entre la institucionalidade y los movimientos sociales. **Guajú – Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, Matinhos – PR, v. 2, n. 1, p. 14-37, jan./jun. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/jB5FFg>>. Acesso em: 07 de jan. 2022.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRANDA, Y. R. **Assistência alimentar por médio de centros de educação e alimentação pré-escolar**. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Repartición Sanitária Pan – Americana, v, 74, p. 302-314, 2000.

GUATTARI, F. **Revoluções moleculares: pulsações políticas do desejo**. 3 ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre: v. 3, n.1, jan-mar, 2002.

MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Arte e ciência no palco. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.13, supl., p.233-246, 2006.

MOREIRA, L.; MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

ORMENESE, R. de C. S. C.; MARCHESE, D. A.; LAGE, M. E.; MAMADE, M. E de O.; ABREU, G. M. N.; COELHO, H. D.; MOURA, J. M.; NISHI, L. E.; CARRILHO, N. A.; GONZÁLEZ, N. B.; SILVUMA, M. A. A. P. Perfil Sensorial e teste de consumidor de biscoito recheado sabor chocolate. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 277-300, 2001. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/1239>>. Acesso em: 15 de jan. 2022.

PALMA, C.: depoimento [19 out. 2005]. Entrevistadoras: Luisa Massarani e Carla Almeida. Rio de Janeiro: Centro de Estudos do Museu da Vida, Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

PEREZ-CASSARINO, J. Agroecologia, mercados e sistemas agroalimentares: uma leitura a partir da soberania e segurança alimentar e nutricional. In: GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. (ed. téc.) **Agroecologia: princípios e reflexões conceituais**. Brasília: Embrapa, 2013.

PRODOC: PROJETO BRA 98/006. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001.

RAMALHO, M. **Plásticos Biodegradáveis provenientes da Cana de Açúcar**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia da zona Leste, 2009.

SAYDELES, B. M.; OLIVEIRA, V. R.; VIERA, V. B.; MARQUES, C. T.; ROSA, C. S. Elaboração e análise sensorial de biscoito recheado enriquecido com fibras e com menor teor de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria: v. 40, n. 3, p. 644-647, mar. 2010.

SEGRE, M.; FERRAZ, F. C. O conceito de Saúde. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, v. 31, n. 5, p. 538-42, out. 1997.

SEVILLA GUZMAN, E.; SOLER, M. **Agroecología y soberanía alimentaria. In: PATRIMÔNIO cultural en la nueva ruralidade andaluza**. Sevilla: Consejería de Cultura/ Junta de Andalucía, 2010. (PH Cuadernos, n. 26).

TACO – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO ALIMENTAR -. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentos; Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 4 ed, p. 26 e p. 36, 2017.

THÜRLER, D. A ciência não é só dos cientistas. In. PORTO, C.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. Salvador: Edufba, 2011.

VIA CAMPESINA. **Soberania Alimentar**. Disponível em:  
<<https://viacampesina.org/en/tag/brazil/>>. Acesso em: 07 de jan. 2022.

VIVAS, E. Uma dieta globalizada. **Ecodebate**, 2014.  
<<https://www.ecodebate.com.br/2014/03/21/uma-dieta-globalizada-artigo-de-esther-vivas/>>. Acesso em: 07 de jan. 2022.

## **EDUCAÇÃO E ECONOMIA DIGITAL NO BRASIL NO PÓS-PANDEMIA**

**Fernanda Kelly Pereira da Silva; Michele Lins Aracaty e Silva**

**Resumo:** Historicamente o Brasil apresenta um elevado grau de desigualdade social bem como uma educação deficitária devido ao abismo digital educacional, situação agravada pela pandemia de Covid-19. Para tanto, temos como objetivo analisar o abismo digital mediante a pandemia de covid-19 e seus impactos sobre o mercado de trabalho. Para tanto, fez-se uso de pesquisa quali-quantitativa, descritiva e exploratória com o uso de fontes de dados de cunho secundário, de origem bibliográfica e documental e análise de conteúdo. A transformação digital é um dos temas mais relevantes nos últimos tempos e a busca incessante para melhorar esse processo se faz cada vez mais relevante mediante o cenário pandêmico. Através das tecnologias o Brasil encontrou uma saída para enfrentar a pandemia e tentar diminuir seus impactos, mas muitos não conseguiram acompanhar o processo de mudança. Ademais, o abismo digital tem impacto relevante sobre o mercado de trabalho e sobre a empregabilidade.

**Palavras-chave:** Educação. Economia Digital. Desigualdade social. Pandemia. Empregabilidade.

## INTRODUÇÃO

A aceleração no processo tecnológico da economia ocorreu de forma desigual para não alcançando a todos de uma forma igualitária, pois nem todos têm as mesmas oportunidades. A exclusão digital está diretamente ligada à vulnerabilidade social e econômica. A realidade brasileira nos mostra que muitos sequer dispõem de renda suficiente para manter uma alimentação saudável o mês inteiro, 24,06% dos brasileiros apresentaram renda per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (IPEA, 2019).

Parte expressiva dos estudos sobre exclusão tecnológica tem como foco o acesso individual a computadores e internet como instrumento de desenvolvimento e crescimento econômico, tema que guarda relação, mas não pode ser confundido com o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) e enfatizam o potencial das TICs como ferramenta para reduzir a pobreza e a desigualdade, na prática a dinâmica social funciona no sentido inverso: aumentam a exclusão e a desigualdade sociais “a universalização do acesso é antes de tudo um instrumento para diminuir os danos sociais do ponto de vista da luta contra a desigualdade”. (SORJ e GUEDES, 2005).

Atualmente, o termo sociedade do conhecimento, ou da informação, vem sendo usado para designar uma nova forma de sociedade, onde o recurso mais importante é o capital intelectual, que é cada vez mais exigido de quem deseja conseguir um emprego.

Ainda para os autores (2005), as mudanças no cenário global, as vulnerabilidades socioeconômicas e educacionais acompanhada da maior emergência sanitária do século: a pandemia de Covid-19 acentuaram ainda mais as desigualdades históricas em nosso país. Em meio aos protocolos para que seja controlado o avanço da pandemia tivemos muitas dificuldades para manter os empregos e as escolas foram fechadas interrompendo o já ineficiente processo de ensino-aprendizado.

Para tanto, temos como objetivo analisar o abismo digital mediante a pandemia de covid-19 e seus impactos sobre o mercado de trabalho. Para tanto, fez-se uso de pesquisa quali-quantitativa, descritiva e exploratória com o uso de fontes de dados de cunho secundário, de origem bibliográfica e documental e análise de conteúdo.

Vimos que a exclusão digital precisa ser implementado no nosso país através de uma política pública compartilhada entre todas as esferas de poder e deve incluir parcerias público privada de forma a potencializar e conectar o processo de ensino-aprendizagem preparando os discentes para o mercado de trabalho cada vez mais dinâmico e tecnológico. Porém, para que

possamos reduzir a exclusão digital necessitamos inicialmente reduzir as vulnerabilidades sociais e criar mais oportunidades.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Os procedimentos metodológicos estão embasados numa pesquisa de base quali-quantitativa por ser uma forma adequada para entender a relação teórica para a discussão acerca exclusão digital e suas consequências.

Em relação aos fins, esta pesquisa foi definida como descritiva e exploratória, visto que buscou obter maiores informações sobre o assunto do tema por meio de material já publicado e por estudos que estão sendo desenvolvidos por institutos de pesquisa, universidades e demais grupos que buscam analisar os impactos da desigualdade social ao acesso a recursos tecnológicos, o que resulta em uma exclusão digital que acaba afetando drasticamente o processo de ensino e a preparação para o mercado de trabalho, além disso, levantar propostas para uma política digital democrática.

Quanto ao material utilizado para a construção da pesquisa, fez-se uso de material de caráter bibliográfico para a construção da base teórica. Quanto aos documentos, trabalhou-se trabalhos já publicados e estudos de bases de dados oficiais para levantar dados.

## **Economia digital**

A Economia Digital se refere às atividades econômicas que usam tecnologias de computação, ou seja, produtos e serviços baseados no ambiente digital. Cada vez mais as interações e o trabalho migram para o ambiente digital. [...]. A economia digital foca em três princípios para a criação de produtos e serviços inovadores no setor: conectividade, segurança da informação e excelência na execução. Em alguns casos pode ser a transposição para o digital de algo que antes era feito no mundo físico, como é o caso da nota fiscal e comprovantes de entrega eletrônicos, ou então serviços nunca antes imaginados. (VINCO, 2020. p. 1).

De acordo com Mesenbourg (2001), três componentes principais do conceito de 'Economia Digital' podem ser identificados: infraestrutura de suporte (*hardware*, software, telecomunicações, redes etc.); e-business (como os negócios são conduzidos, qualquer processo que uma organização conduz em redes mediadas por computador); e-commerce (transferência de mercadorias, por exemplo, quando um livro é vendido

online). Ressaltamos que novos aplicativos estão barrando essas fronteiras e adicionando complexidade - por exemplo, mídia social e pesquisa na internet.

Segundo Longhi (2011), a revolução digital e a criação de novos mercados junto com a empresas de internet e informação tem a sua origem no modelo de negócio americano que culturalmente investe em ideias e conceitos inovadores nos seus estágios iniciais com pretensão de lucros futuros. Um exemplo são as startups americanas.

Para Wachowicz e Canut (2018, p.13), as transformações que são o pano de fundo das discussões e propostas constantes no Decreto n. 9.319 de 2018 e na Estratégia para a Transformação Digital no país, objetos da presente análise, não são novas. Dentre diversas abordagens feitas sobre o tema, observa-se que já na década 90 do século XX, o sociólogo Manuel Castells, mencionava a formação de um novo paradigma, o da tecnologia da informação e a conseqüente emergência de uma sociedade e economia informacionais denominadas por alguns de Sociedade e Economia Digitais dentre tantas outras denominações possíveis.

Já para Aguilar (2020, p.1), a economia digital vem tomando contornos cada vez mais abrangentes. Estudo da Oxford Economics (2017) aponta que em 2016 a economia digital do mundo representava 15,5% do PIB global, podendo chegar a 24,3% em 2025.

Para Vicentin e Rolfini (2021), quando analisado de forma macro (o que engloba TIC, telecom e TI in house), foram gerados R\$ 506,5 bilhões em receita bruta no ano passado (2020), o equivalente a um crescimento nominal de 2,4% na comparação com 2019. Isso é o equivalente a 6,8% do PIB brasileiro. Apesar disso, o setor sofreu um leve impacto com a pandemia, ficando 0,8 pontos percentuais abaixo do crescimento registrado para 2019.

Já quando considerado o setor de TIC de forma mais detalhada, ao todo, o aumento foi de 5,1% em 2020, na comparação com 2019, alcançando pouco mais de R\$ 216 bilhões. Destes, R\$ 190,94 bilhões são referentes ao mercado interno (com crescimento de 3,9%), e os R\$ 25,45 bilhões restantes são de exportações (aumento de 16,1%). Para a conta detalhada, foram considerados investimentos em *hardware*, software, serviços, nuvem, terceirização de processos de negócios (do inglês, Business Process Outsourcing, ou apenas BPO), estatais e exportações (VICENTIN; ROLFINI, 2021).

Estes aspectos revelam a importância desta nova economia como *driver* do crescimento econômico [...] Não é novidade que no centro das transformações digitais estão as TIC's, já que fomentam inovações na indústria, nas ciências e na cultura. (AGUILAR, 2020).

As novas empresas não seguem o modelo das antigas empresas, hoje é pensado em modelos mais híbridos, com a ajuda das tecnologias e redes de internet tudo ficou muito mais fácil e em alguns setores até mais econômicos. É impossível olhar para um futuro sem a forte presença da economia digital. O setor digital, formado pelo segmento das Tecnologias da Informação e Telecomunicação (TIC's) abrange as inovações fundamentais em dispositivos chaves (semicondutores, processadores), a criação e aprimoramento de tecnologias centrais (computadores, dispositivos de telecomunicações) e a expansão de infraestruturas habilitadoras (Internet e redes de telecomunicações). Por sua vez, o setor da economia digital inclui plataformas digitais, aplicativos móveis e serviços de pagamento. O último componente é a economia digitalizada, formada por segmentos em que os bens e serviços estão sendo cada vez mais utilizados nos modelos de negócios digitais (*e-commerce*) e nas novas organizações empresariais (*startups*) (UNCTAD, 2019).

As novas formas de tecnologias que lidam com esta transformação trazem mudanças profundas em todos os setores da sociedade, afetando todo o modelo de negócio, produção, consumo, transporte, entrega e a forma como se vive. Portanto, é necessário ter uma visão compreensiva de como esta transformação muda em todos os aspectos o mundo no qual se vive, seja de modo social, cultural e econômico (AZEVEDO, 2017, p. 19).

O mundo digital está influenciando o comportamento das pessoas de uma forma nunca antes vista, e não só delas, mas das empresas e dos governos também. A internet, mais do que nunca, está em todos os meandros de nossas vidas, desde uma simples chamada telefônica, passando por processos internos e controle de empresas, até influenciando e decidindo eleições, sendo a mais poderosa alavanca de transformação da sociedade, responsável por produzir mudanças econômicas, sociais, políticas e culturais em todo o mundo. (IPEA, CEPAL, 2021)

Mesmo no caso do setor manufatureiro, quando se olha para as tendências do futuro, por meio de projetos como a chamada Indústria 4.0, nota-se também o papel decisivo jogado pelas ferramentas digitais. Alguns autores defendem que a Quarta Revolução Industrial, em curso desde 2010, incorpora tecnologias da terceira fase da revolução industrial, ocorrida na segunda metade do século XX (como o computador, o fax, a engenharia genética, o celular, entre outros), mas agrega acentuadamente as tecnologias digitais, físicas e biológicas. (CONCEIÇÃO; YAMAUCHI. 2020, p. 2).

Economias mais desenvolvidas investem de forma maciça nessa transição, em tecnologias de ponta e educação para que consigam se desenvolver e se adaptar da



maneira mais eficiente a esse novo cenário, e por isso estão sem dúvidas mais à frente de países emergentes que acabam sofrendo o impacto dessa transição pois não tem estrutura para acompanhá-la. As redes interativas de computadores estão crescendo exponencialmente, criando novas formas e canais de comunicação, moldando a vida e ao mesmo tempo, sendo moldadas por ela. (CASTELLS, 1999).

A Economia Digital abriu espaço a um processo de transformação digital e de mudança na estrutura econômica. Associado a este processo, a adoção e difusão das Tecnologias da Informação e Telecomunicação (TIC's) por parte das empresas vem afetando os investimentos, os processos de produção, a relação entre os fornecedores e seus consumidores, a infraestrutura e serviços digitais das cidades, as formas de comércio, a digitalização das instituições financeiras via API's (*Application Programming Interface*), os modelos de negócios e as relações de trabalho. (AGUILAR, 2020, p. 1).

### **Exclusão digital no Brasil**

Para Amaro (2004), a exclusão social pode ser considerada essencialmente como uma situação de falta de acesso às oportunidades oferecidas pela sociedade aos seus membros. Dessa forma, a exclusão social pode implicar privação, falta de recursos ou, de uma forma mais abrangente, ausência de cidadania, se, por esta se entender a participação plena na sociedade nos diferentes níveis em que esta se organiza e se exprime: ambiental, cultural, econômico, político e social.

A exclusão socioeconômica desencadeia a exclusão digital ao mesmo tempo em que a exclusão digital aprofunda a exclusão socioeconômica. A inclusão digital deveria ser fruto de uma política pública com destinação orçamentária a fim de que ações promovam a inclusão e equiparação de oportunidades a todos os cidadãos. Neste contexto, é preciso levar em conta indivíduos com baixa escolaridade, baixa renda, com limitações físicas e idosas. Uma ação prioritária deveria ser voltada às crianças e jovens, pois constituem a próxima geração. (SILVA, 2003, p. 2).

A exclusão social é fator da exclusão digital e tem como pano de fundo a deficiência educacional que segundo Silva Filho (2010), constitui um elemento essencial deste processo. Instituições de ensino, tanto públicas como particulares, devem contribuir para o aprendizado e interação dos cidadãos com as novas tecnologias, sendo para isso necessária a atuação governamental e da própria sociedade. Atualmente, o termo sociedade do conhecimento, ou da informação, vem sendo usado para designar uma nova forma de sociedade, onde o recurso mais importante é o capital intelectual, que é cada vez mais exigido de quem deseja conseguir um emprego.

De acordo com dados apresentados pelo IBGE (2021), em 2019, foram 143,5 milhões ou 78,3% da população que se declararam ter utilizado a internet no período de referência dos últimos três meses. Este percentual vem crescendo desde 2016, quando 64,7% da população de 10 anos ou mais de idade tinha utilizado a Internet no período de referência, passando para 69,8% em 2017 e 74,7% em 2018.

Segundo Simas e Lima (2013), a globalização e o acelerado desenvolvimento das tecnologias de rede trouxeram à tona não apenas facilidades e proximidades, mas, um verdadeiro abismo entre àqueles que não são abarcados por este processo. Assim, é muito improvável pensar na redução das desigualdades sem tocar no tema da inclusão digital.

A globalização não apaga nem as desigualdades nem as contradições que constituem uma parte importante da vida social, nacional e mundial. Ao contrário, desenvolve outras, recriando-se em outros níveis, com novos "ingredientes". As mesmas condições que alimentam a interdependência e a integração alimentam as desigualdades e contradições em âmbito regional, nacional, continental e global. (SIMAS; LIMA, 2013, p. 10)

As Tecnologias da Informação e a Comunicação (TICs), oferecem inúmeras vantagens: mais acesso à informação, redução de custos no setor trabalhista, mais conectividade entre as pessoas, etc. Porém, a digitalização não está acontecendo de forma igualitária em todo o mundo. Também existe um desequilíbrio e o nome para isto é exclusão digital (IBERDROLA, 2021, p. 1).

A Organização das Nações Unidas (2021), estima que mais de 3 bilhões de pessoas ainda não têm acesso à internet em todo do mundo, mulheres em sua maioria. Ademais, a pandemia distanciou ainda mais os totalmente excluídos dos benefícios da revolução da informação e que houve plena convicção da relevância da ciência, da tecnologia e da inovação para o bem-estar e para a sobrevivência humana.

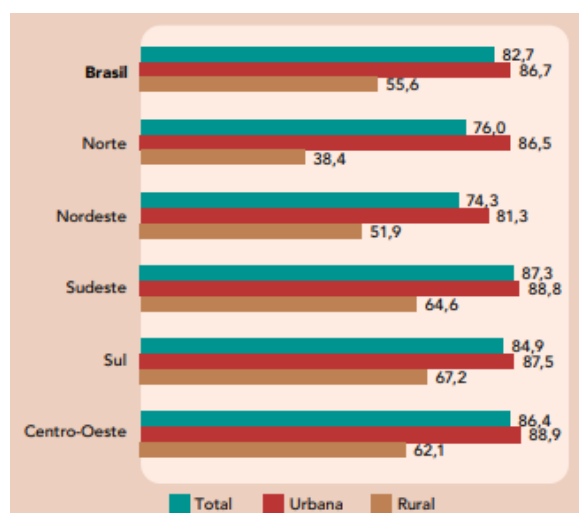
De acordo com dados do UNICEF (2020, p.2), 2,2 bilhões de crianças e jovens menores de 25 anos não têm internet em casa. O total corresponde a dois terços dos habitantes do planeta. A situação afeta 1,3 bilhão de crianças entre 3 e 17 anos. Em todo o mundo, 759 milhões de pessoas entre 15 e 24 anos não acessam a internet de seus lares. [...] Em nível global, 58% das crianças em idade escolar das famílias mais ricas têm conexão à internet em casa, contra 16% das mais pobres.

A disparidade ocorre entre as populações urbanas e rurais e países de alta e baixa rendas: cerca de 60% de crianças em idade escolar nas cidades não estão conectados em casa, contra um terço nas áreas rurais. Com cerca de 90% de alunos sem internet, a África Subsaariana e o sul da Ásia são as regiões mais afetadas. Na América Latina e

Caribe, pelo menos metade de crianças e jovens recebe internet em casa. Na região rural, 27% das crianças e jovens acessam o serviço em comparação com 62% de áreas urbanas (UNICEF, 2020).

De acordo com Grossi *et al.* (2013), como a desigualdade social favorece a exclusão digital que por sua vez, reforça a desigualdade social, é preciso uma nova postura e um novo olhar por parte do governo para diminuir o quadro perverso da desigualdade brasileira, que é histórica.

**Figura 1-** Domicílios com Acesso à Internet (%)



**Fonte:** IBGE, PNAD, (2021).

Conforme podemos observar na Figura 1, o serviço de internet estava presente em 82,7% dos domicílios dos brasileiros em 2019, um aumento de 3,6 pontos percentuais em relação a 2018. Apesar do avanço, são 12,6 milhões de domicílios de que ainda não dispõem do serviço. Entre os principais motivos apontados pelos entrevistados estão: falta de interesse (32,9%), serviço de acesso caro (26,2%) e o fato de nenhum morador saber usar a internet (25,7%). (IBGE, 2021 p.6).

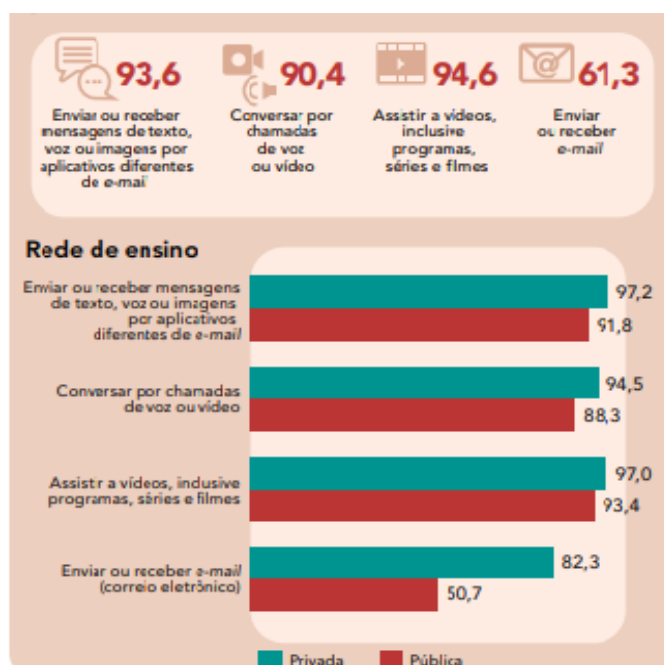
Em relação à Região Norte do Brasil, consiste na segunda região menos assistida pelo serviço de internet, apresentando uma média de 76 % dos domicílios, sendo, 86,5% na zona urbana e 38,4% na zona rural, (menor do país).

Através de dados disponibilizados pelo IBGE (2021) ainda podemos notar que a disparidade acerca do abismo digital é notada de diversas formas e uma delas é a finalidade de acesso à internet, pois é preciso de educação de qualidade para que seja elaborado de forma utilitária os fins dessa plataforma.

Considerando apenas os estudantes, a análise por rede de ensino mostra algumas diferenças, sobretudo no uso da internet para enviar ou receber e-mail. Enquanto 82,3% dos estudantes da rede privada utilizaram a internet para este fim, para os da rede pública este percentual foi de 50,7% (IBGE, 2021).

Entre os estudantes da rede pública, em 2019, a principal finalidade do uso da internet foi assistir a vídeos, inclusive programas, séries e filmes (93,4%), ao passo que, entre os estudantes da rede privada, o maior percentual ocorreu na finalidade enviar ou receber mensagens de texto, voz ou imagens por aplicativos diferentes de e-mail (97,2%). (IBGE, 2021 p. 10), conforme podemos observar na Figura 02.

**Figura 2-** Finalidade de acesso à internet pelos estudantes (%)



**Fonte:** IBGE, PNAD, (2021).

Um parceiro importante no combate à exclusão digital é a educação. A educação é um processo e a inclusão digital e constitui um elemento essencial deste processo. Instituições de ensino, tanto públicas como particulares, devem contribuir para o aprendizado e interação dos cidadãos com as novas tecnologias, sendo para isso necessária a atuação governamental e da própria sociedade. Atualmente, o termo sociedade do conhecimento, ou da informação, vem sendo usado para designar uma nova forma de sociedade, onde o recurso mais importante é o capital intelectual, que é cada vez mais exigido de quem deseja conseguir um emprego (ALMEIDA *et al.*, 2005, p. 6).

### **Desigualdade social, educação e mercado de trabalho**

Para Guzzo e Filho (2005), o sistema educacional, fruto de um processo histórico, configura-se no bojo das relações sociais e de produção, que dividiram e ainda dividem a sociedade em grupos econômicos distintos e, ainda mais, estabelece uma relação entre classes sociais antagônicas.

O sistema educacional constituiu-se a partir do momento em que a sociedade se estruturou em classes sociais antagônicas, com o fim da chamada sociedade primitiva. Os interesses e as necessidades da classe social dominante passaram a delimitar o campo da Educação na medida em que passou a servir para a dominação social de poucos sobre muitos (2005).

Ainda para os autores (2005), ao analisar a gênese da escola, entende que esta instituição surgiu a partir do fato de que a dominação militar e política não surtiram mais os efeitos desejados em uma sociedade, que se tornava cada vez mais complexa e multifacetada. Sendo assim, a necessidade de se construir um aparato de dominação ideológica e intelectual encontrou, na escola e no sistema educacional em geral, seu ponto de apoio.

Para Soares (2004) e Tonet (2005), a necessidade de se apropriar da atividade intelectual e das técnicas refinadas de produção passou a compor o rol da divisão social do trabalho e, neste sentido, a classe dominante passou a compreender o processo educacional como elemento fundamental para a manutenção da desigualdade social, uma vez que os conhecimentos científicos e tecnológicos passaram a ser compreendidos como, cada vez mais necessários para o desenvolvimento do sistema produtivo.

Focalizando a análise no sistema capitalista, a perspectiva adotada neste trabalho parte da premissa de que a desigualdade social, na forma como se apresenta atualmente, corresponde, primeiramente, a uma crise estrutural que envolve, certamente, determinados valores e ideologias, mas que encontra sua matriz nas relações de produção, quais sejam nas relações sociais estabelecidas por meio do trabalho assalariado (OLDRINI, 1995; TONET, 2005).

Para Poblacion (2018), estar preparado para enfrentar um mercado de trabalho em constante mutação é o desafio das novas gerações. Somado a isso, é preciso conhecimento e estrutura para enfrentar as crises cíclicas na economia, que afetam diretamente o emprego.

Ainda para o autor (2018), os índices são preocupantes, mais da metade dos adultos brasileiros não chegam ao ensino médio, o que afeta o mercado de trabalho visto

a baixa qualificação da mão de obra. Para piorar, o país não investe como deveria no ensino profissionalizante. Sem educação de qualidade, a parcela mais pobre da população não tem acesso a um bom emprego. Sem falar no retrocesso: programas educacionais como o FIES tiveram as vagas reduzidas e o MEC encerrou o programa Ciência Sem Fronteiras na modalidade de cursos para graduação.

### **Políticas públicas de democratização digital**

De acordo com o OCDE (2020), o Brasil protagonizou um relativo progresso no acesso à educação nas últimas décadas. No entanto, apesar do aumento dos investimentos em educação e do amplo acesso aos ensinos fundamental e médio de forma gratuita, o nível de escolaridade continua baixo, mais de 50% dos brasileiros não se formaram no ensino médio e 17% não concluíram o ensino fundamental. Esses números estão bem acima da média da OCDE que é de 2%.

As matrículas em cursos de formação profissional e de graduação técnica são baixas, com apenas 3,8% dos alunos do ensino médio optando por cursos técnicos. O baixo desempenho no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Programme for International Student Assessment, PISA) da OCDE, sugere uma baixa qualidade de ensino, bem como grandes disparidades nos resultados dependendo do contexto socioeconômico dos alunos (2020).

Ainda de acordo com a OCDE (2020), ao mesmo tempo que criam uma demanda por novas competências, as tecnologias digitais e a *big data* também podem ajudar a aumentar a eficácia dos programas de ensino e formação. A análise de vagas on-line fornece informações mais oportunas sobre a demanda de competências em pequenas áreas geográficas.

A tecnologia da *big data* permite o monitoramento e a avaliação dos resultados de participantes do ensino e formação vocacionais no mercado de trabalho, fornecendo assim, informações sobre como melhorá-los. A coleta e a divulgação on-line de informações oportunas sobre o desempenho de instituições de ensino superior, por exemplo, universidades, ajudam alunos em potencial a tomar decisões informadas. Cursos on-line e outros recursos educacionais abertos, podem ser usados para melhorar as competências digitais em uma parcela maior da população, principalmente entre pessoas mais velhas, de baixa renda e com poucas habilidades, bem como aquelas que moram em áreas afastadas. Diversos países implementaram iniciativas, para desenvolver

as competências digitais de toda a população ou de grupos específicos, com as quais o Brasil poderia aprender algo (OCDE, 2020. p. 20)

Em 2016, o antigo Ministério do Planejamento (atual Ministério da Economia) esboçou a Estratégia de Governança Digital, que define os objetivos estratégicos, metas, indicadores e iniciativas da política de governança digital e do Governo Federal. O objetivo principal da Estratégia de Governança Digital, é tornar a política pública mais eficiente com o uso de tecnologias digitais. O Ministério da Economia, por meio da Secretaria de Governo Digital (SGD), é o principal agente responsável por elaborar, coordenar e monitorar ações relacionadas à estratégia. (OCDE, 2020).

A Estratégia de Governança Digital estabelece os seguintes objetivos e iniciativas: a) incentivar a disponibilização e uso de dados abertos, promover a transparência por meio do uso de tic; b) incrementar a prestação de serviços públicos por meio da transformação digital; c) eficiência, compartilhar e integrar infraestruturas digitais, dados, processos, sistemas e serviços; e d) ampliar a participação social em políticas públicas.

Conforme as medidas de *lockdown* foram ficando mais flexíveis, a economia brasileira voltou a dar uma certa esperança para a recuperação, mesmo que algumas empresas tenham tido que fechar as portas e as taxa de desemprego cresceu de forma assustadora, diante desse cenário é preciso que não só o Brasil, mas como todo o mundo se adapte à nova realidade (2020).

**Quadro 1** - Medidas para Promover o Acesso à Banda Larga

a)	Criar uma agência reguladora unificada e independente para os setores de comunicação e radiodifusão, por meio da fusão das funções regulatórias da Agência Nacional de Telecomunicações, Anatel; da Agência Nacional do Cinema, Ancine; e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.
b)	Reformar o arcabouço legal para introduzir um regime de licenciamento baseado em licença única para serviços de comunicação e radiodifusão.
c)	Melhorar a coordenação nos âmbitos federal, estadual e municipal para promover a implantação da banda larga, especialmente nas áreas com pouca cobertura
d)	Promover campanhas de conscientização sobre os benefícios da Internet e das tecnologias digitais, com foco preferencial nas microempresas.
e)	Introduzir incentivos para empresas que prestam serviços on-line, como compras públicas (e-procurement).
f)	Criar uma ampla comunidade de líderes digitais nos setores público e privado, acadêmico e sociedade civil para implementar a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética
g)	Garantir que as regras para a nomeação do Conselho Diretor da ANPD e do Conselho Nacional de Proteção de Dados Pessoais e da Privacidade (CNPDP) sejam transparentes, justas e baseadas em conhecimentos técnicos

**Fonte:** OCDE, (2020).

A transformação digital pode oferecer novos caminhos para o crescimento, por meio de produtos e serviços novos e aprimorados, da melhoria dos que já são tradicionais e da criação de novos modelos de negócios. A inovação digital também tem o potencial

de contribuir para solucionar os desafios sociais mais urgentes do Brasil, como eficiência do sistema de saúde, mais sustentabilidade na agricultura, e mobilidade urbana e segurança, para citar alguns (OCDE, 2020).

De acordo com a OCDE (2020), o Brasil deve tomar outras medidas para promover o acesso à banda larga, aumentar a qualidade dos serviços de comunicação e promover competitividade no mercado:

Na era digital convivemos diariamente com um grande dilema: de um lado vagas ociosas e do outro, candidatos desqualificados. No Brasil, as políticas de inclusão social se concentraram em levar acesso de internet às áreas remotas e comunidades isoladas. Embora o acesso deva continuar sendo prioridade, o Brasil deveria implementar um conjunto mais amplo de políticas para melhorar as competências digitais e abordar a desigualdade digital:

**Quadro 2 - Políticas para Melhorar as Competências**

a)	Aumentar a conscientização sobre os benefícios da Internet entre as pessoas.
b)	Desenvolver conteúdo, serviços e aplicativos que atendam às necessidades das pessoas com baixo conhecimento digital, como pessoas com educação precária, baixa renda ou idosas.
c)	Oferecer cursos on-line em larga escala sobre segurança na Internet, serviços bancários on-line, acesso a serviços governamentais digitais, e-commerce, criação de conteúdo.
d)	Aumentar o papel dos telecentros no treinamento de provedores, especialmente em áreas rurais e remotas, e garantir assistência técnica e financeira adequada do governo federal.
e)	Ampliar o programa Nacional de Formação de Agentes de Inclusão Digital e o programa Computadores para Inclusão, em cooperação com o setor privado.
f)	Monitorar e avaliar regularmente o programa Educação Conectada.
g)	Implementar novas Diretrizes Curriculares Comuns em todo o país, por meio da adaptação de livros escolares, treinamento de professores e alinhamento de avaliações de desempenho nas escolas.
h)	Aumentar o financiamento de bolsas de estudo para estudantes nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (science, technology, engineering and mathematics, STEM), bem como candidatos a doutorado em engenharia, ciências naturais e TICs, em cooperação com empresas.
i)	Garantir recursos públicos adequados, estáveis e previsíveis para a pesquisa em TICs

Fonte: OCDE, (2020).

### **Iniciativas brasileiras para a transformação digital**

Algumas iniciativas estão sendo adotadas em algumas áreas, para que o Brasil consiga aproveitar as oportunidades e enfrentar os desafios principalmente nesse período pós-pandemia com a aceleração da transformação digital, mas serão necessários esforços coordenados de todos os órgãos do governo, em estreita colaboração com o setor privado para que se consiga alcançar a eficiência, é preciso ser adotado também políticas em setores, tais como: Agronegócio, manufatureiro, fintechs e cibermedicina. (OCDE, 2020)



O Brasil não é um dos maiores investidores com eficiência em educação, quando se trata de oportunidades nessa nova era da economia digital podemos citar também a importância de elevar o apoio governamental através das Universidades, *Startups* e Centros de Pesquisas, promovendo uma mudança no ecossistema de inovação e oportunidades.

De acordo com um documento elaborado por LAFUENTE et. al (2020) constituindo uma parceria estratégica entre o BID e o GTD.GOV, denominado: Tendências na transformação digital em governos estaduais e no distrito federal do Brasil que teve como objetivo traçar um diagnóstico sobre a maturidade das práticas de transformação digital adotadas na esfera estadual, temos:

**a) Estratégia e Governança Digital:** 76,9% dos estados brasileiros, contam com um órgão central responsável pela elaboração das estratégias de transformação e 46,2% dos governos estaduais não dispõem de órgão colegiado que reúna regularmente como autoridades de TIC de todas as áreas da administração estadual, o que não contribui para a coordenação e a prestação de contas, afetando negativamente a execução de projetos transversais. Ademais, mesmo com a existência de órgãos e conselhos dedicados à agenda de governo digital em grande parte dos governos, 60% dos estados não contam com uma estratégia de transformação digital.

Do total, 65%, também não conta com planos setoriais (em áreas essenciais como saúde e educação), o que torna menos clara a orientação estratégica dos projetos de digitalização, a coerência entre intervenções e sua continuidade no médio prazo. Vinte estados não dispõem de nenhum mecanismo de consulta público-privada sobre políticas de transformação digital, que poderiam promover a captação de recursos (financeiros e humanos) e conhecer as expectativas e necessidades dos usuários e possíveis parceiros (2020).

**b) Equipes Digitais:** metade dos governos conta com uma carga específica de alta liderança, responsável, pela elaboração e execução das estratégias de transformação digital, essencial para a responsabilização e o empoderamento da agenda pelas máximas autoridades. Ademais, nove dos dez estados de maior população contam com equipes com menos de 30 pessoas alocadas nos órgãos responsáveis pela definição estratégica das agendas de transformação digital.

Mesmo que aproximadamente dois terços dos estados contam com especialistas em análise de dados em suas equipes, cujo domínio das competências digitais é essencial para a perenidade da transformação digital, o número absoluto ainda parece baixo, e a necessidades desses perfis aumentaram nos próximos anos.

Seis estados reportaram contar com um cientista-chefe de dados, carga de liderança responsável por desenvolver soluções usando técnicas de análise estatística, o que destaca a relevância dessa agenda em um grupo relevante de governos.

**c) Interação com Cidadãos e Empresas:** quase 50% dos estados apresentam soluções de identificação digital dos cidadãos, facilitando o acesso aos serviços públicos on-line. A maioria, 75%, conta com solução de assinatura eletrônica de documentos, fundamental no contexto da pandemia, dada a maior necessidade de tramitação eletrônica de processos.

O total de 90% dispõe de soluções de agendamento eletrônico em seus portais de serviço. Essa é uma das principais fortalezas dos governos estaduais brasileiros, o que indica que dispunham de uma ferramenta essencial para enfrentar os efeitos da pandemia. Ademais, em 60% dos estados, não há integração entre os canais de atendimento. Ademais, 80% dos estados, não produzem indicadores de satisfação dos usuários dos portais de serviços públicos. Apenas 10% contam com servidores dedicados à realização de pesquisas sobre como melhorar a experiência desses usuários.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos levantamentos apresentados constatamos que este cenário é marcado por índices muito altos de desigualdade, mesmo antes da pandemia do Covid-19, visto que nem todos dispõem das mesmas oportunidades e que se faz relevante a implementação de políticas públicas como objetivo de amenizar estas disparidades.

A globalização e o acelerado desenvolvimento das tecnologias trouxeram à tona não apenas facilidades e proximidades, mas, um verdadeiro abismo entre aqueles que não estão assistidos por este processo. Desse modo, é muito improvável pensar na redução das desigualdades sem tocar no tema da inclusão digital.

Na última década, o Brasil apresentou algum progresso em relação ao acesso à educação, mas o nível de escolaridade continua baixo, é preciso políticas de democratização ao acesso à internet eficientes e que tragam resultados positivos, tais como: aumentar a conscientização sobre os benefícios da internet, o desenvolvimento de

conteúdos informativos para as pessoas que tem dificuldade com recursos digitais, ter um monitoramento contínuo para o programa educação conectada e diversas outras medidas, é preciso que o governo se faça presente de forma eficiente para que esse abismo seja diminuído.

A situação educacional nas escolas brasileiras já não era muito favorável antes da pandemia e estava muito distante da realidade da educação dos demais países e com a necessidade de adaptação ao ensino remoto o impacto sobre o processo de ensino-aprendizagem foi ainda mais acentuado, aumentando a defasagem educacional e este impacto será sentido a médio e longo prazo quando estas crianças forem para o mercado de trabalho.

Vimos que as tecnologias têm o potencial para aumentar a produtividade de empresas em todos os setores da economia, melhorar o acesso das empresas a habilidades e talentos, além de facilitar uma variedade de instrumentos financeiros. De fato, elas oferecem inúmeras vantagens, mas seu avanço não está acontecendo de forma igualitária agravando ainda mais o abismo social e a exclusão digital.

Percebemos que a exclusão digital impossibilita as pessoas de adentrarem nessa nova revolução tecnológica em uma situação estável e confortável. Porém, este é mais um fenômeno que faz parte de uma exclusão ainda maior, causada também pela globalização, a exclusão social, que no Brasil chega a proporções alarmantes agravadas pela pandemia de Covid-19.

Na era da economia digital e no pós-pandemia busca-se atender a um novo mercado de trabalho com foco no crescimento social sustentável e inclusivo tendo como base novas habilidades e conhecimentos específicos e tudo isso tem como base a informação e o conhecimento tecnológico que possibilitarão novas oportunidades para os trabalhadores.

Por fim, temos a convicção de que o Brasil tem condições de superar as desigualdades sociais através da inclusão digital e de uma melhor distribuição de renda, mas cabe a todos nós, academia, setor público, setor privado, centros de pesquisas, universidades e terceiro setor somarmos esforços para mudar esta realidade e reduzir a exclusão digital de forma a melhorar a qualificação da mão de obra e possibilitar melhores oportunidade de acesso ao mercado de trabalho bem como a rendimentos mais elevados.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, A. **O que é a economia digital?** 2020. Disponível em: <http://www.blogdoideies.org.br/o-que-e-a-economia-digital/> Acesso em: 24 set. 2021.

ALMEIDA, L. PAULA, L. CARELLI, F. OSORIO, T. **O retrato da exclusão digital na sociedade brasileira.** 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/7BZxyCX73JT9tJbBmsbfZ8w/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 17 out. 2021.

AMARO, R. **A Exclusão Social Hoje.** 2004. Disponível em: [http://www.triplov.com/ista/cadernos/cad\\_09/amaro.html](http://www.triplov.com/ista/cadernos/cad_09/amaro.html)]. Acesso em: 14 jan. 2022.

AZEVEDO, M. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil.** 2017. 177p. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-28062017-110639/pt-br.php>. Acesso em: 18 out 2021.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999. v. 1. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/337>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CONCEIÇÃO, J; YAMAUCHI, G. **Coronavírus e aceleração da economia digital.** 2020. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/blogs/blog-na-rede/2020/06/coronavirus-e-aceleracao-da-economia-digital>. Acesso em: 22 set 2021.

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital: E-Digital. Brasília. 2018.** Disponível em [https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/ASCOM\\_PUBLICA\\_COES/estrategia\\_digital.pdf](https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/ASCOM_PUBLICA_COES/estrategia_digital.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

GROSSI, M. COSTA, J. SANTOS, J. **A Exclusão digital: O reflexo da desigualdade social no Brasil.** 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/2480/2225> Acesso em: 18 out 2021.

GUZZO, R. FILHO, A. Desigualdade Social e Sistema Educacional Brasileiro: A Urgência da Educação Emancipadora. **Escritos sobre Educação.** versão impressa ISSN 1677-9843. Escritos educ. v.4 n.2 Ibité dez. 2005. Disponível em: [pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-98432005000200005](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-98432005000200005). Acesso em: 14 jan. 2022.

IBERDROLA. **A exclusão digital no mundo e porque provoca desigualdade.** 2021. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/compromisso-social/o-que-e-exclusao-digital>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (IBGE). **Acesso à internet e a televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal.** PNAD – Pesquisa Nacional por amostra de domicílios continua. 2021. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794_informativo.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

IPEA /CEPAL. **Implementação da tecnologia 5g no contexto da transformação digital e indústria 4.0.** 2021. [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10419/1/NT\\_79\\_Diset\\_ImplementacaoTecnologia5G\\_Industria4.0.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10419/1/NT_79_Diset_ImplementacaoTecnologia5G_Industria4.0.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

LAFUENTE, M. LEITE, R. PORRÚA, M. VALENTI, P. **Transformação digital dos governos brasileiros tendências na transformação digital em governos estaduais e no distrito federal do Brasil.** GTD.GOV/ABEP-TIC/ CONSAD. 2020. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Transformacao-digital-dos-governos-brasileiros-Tendencias-na-transformacao-digital-em-governos-estaduais-e-no-Distrito-Federal-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

LONGHI, F. **A história da revolução das Startups.** 2011. Disponível em: <https://imasters.com.br/carreira-dev/a-historia-da-revolucao-das-startups>. Acesso em: 20 out. 2021.

MESENBOURG, T. **Medição da Economia Digital.** 2001. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2018/04/03/022818-measuring-the-digital-economy>. Acesso em: 20 jan. 2022.

OCDE. Organização para a cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. **A Caminho da Era Digital no Brasil, OECD.** 2020. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/a-caminho-da-era-digital-no-brasil\\_45a84b29-pt](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/a-caminho-da-era-digital-no-brasil_45a84b29-pt). Acesso em: 24 out. 2021.

OLDRINI, G. Lukács e o caminho marxista ao conceito de pessoa. **Revista Praxis.** Belo Horizonte: Projeto Joaquim Oliveira, n3, 1995. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/oldrini-guido-lukacs-e-o-caminho-marxista-ao-conceito-de-pessoa-08p2ke9me2nv>. Acesso em: 17 out. 2021.

POBLACION, L. A Importância da Educação no Mercado de Trabalho. 2018. Disponível em: <https://www.aredacao.com.br/artigos/102751/a-importancia-da-educacao-no-mercado-de-trabalho>. Acesso em: 14 jan. 2022.

SILVA, A. Os três pilares da inclusão digital. 2003. **Revista Espaço Acadêmico.** Disponível em: <http://www.espacoacademico.com>. Acesso em: 10 jan. 2022.

SILVA-FILHO, A. M. Inclusão digital requer inclusão social: “Separando o Joio do Trigo”. 2010. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 113, ano X. Disponível em: <C:/Users/miche/Downloads/11357-Texto%20do%20artigo-42142-1-10-20101006.pdf>. Acesso em: 14 jan. de 2022.

SIMAS, D. LIMA, J. **Desafios da inclusão digital no interior do Amazonas e a internet como ferramenta de redução das desigualdades sociais e regionais.** In: 2 CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E CONTEMPORANEIDADE. UFSM/RS. Santa Maria, 2013. ISSN: 2238-9121. Disponível em: [coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2013/6-9.pdf](http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2013/6-9.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

SOARES, R. D. **Educação, reprodução e luta ideológica. Marx, Lenin, Gramsci e a escola.** In Boito Jr. A; Toledo, C. N. (Org.). **Marxismo e ciências humanas.** São Paulo: Xamã, 2004, p311-327, 2001.

SORJ, B. GUEDES, L. **Exclusão Digital: problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas.** 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/vZ6fSRKr6SDKBHP6vdxGTP/?lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2022.

TONET, I. **Educação, cidadania e emancipação humana.** Ijuí: Unijuí, 2005.

UNCTAD. Digital Economy Report 2019. Value Creation and Capture: Implications for developing countries. United Nations Publications: New York, United States of America, 2019. Disponível em: [https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019\\_overview\\_en.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_overview_en.pdf). Acesso em: 20 jan. 2022.

UNICEF. **Quase 2 bilhões de Crianças e Jovens não tem Acesso à Internet em Casa. 2020.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/12/1734672>. Acesso em: 20 jan. 2022.

VICENTIN, T. ROLFINI, F. **Setor de TIC deve Injetar R\$ 845 bilhões de Reais no Brasil até 2024.** 2021. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2021/03/26/pro/setor-de-tic-deve-injetar-r-845-bilhoes-no-brasil-ate-2024/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

VINCO. **Economia Digital: o que é, como funciona e quais os seus pilares.** 2019. Disponível em: <https://blog.vinco.com.br/economia-digital-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em: 17 out. 2021.


WACHOWICZ, M; CANUT, L (Org). **Análise da Estratégia Brasileira para Transformação Digital: Comentários ao Decreto N° 9.319/2018.** Curitiba: GEDAI/UFPR, 2018. Disponível em [http://www.gedai.com.br/wp-content/uploads/2018/08/livro\\_An%C3%A1lise-da-estrat%C3%A9gia-brasileira-para-transforma%C3%A7%C3%A3o-digital.pdf](http://www.gedai.com.br/wp-content/uploads/2018/08/livro_An%C3%A1lise-da-estrat%C3%A9gia-brasileira-para-transforma%C3%A7%C3%A3o-digital.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

## **SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL E A RELEVÂNCIA DA ECONOMIA CIRCULAR NO PÓS-PANDEMIA**

**Michele Lins Aracaty e Silva**

**Resumo:** A sustentabilidade empresarial não é somente uma questão de adaptação às necessidades mercadológicas, mas um determinante da recolocação das corporações em meio ao mercado competitivo e de sobrevivência em meio às adversidades. A pandemia de Covid-19 foi e está sendo mais um desafio para as corporações que tiveram um tempo muito curto para se adaptarem às mudanças repentinas. Para tanto, temos como objetivo a discussão de práticas de economia circular no cenário empresarial no pós-pandemia. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, bibliográfica e documental com análise de conteúdo. As práticas empresariais ligadas à economia circular possibilitarão que as empresas promovam o desenvolvimento de novos elos na cadeia produtiva: otimização de processos, compartilhamento, agricultura regenerativa, recondicionamento de equipamentos, proximidade entre consumidor e produtor, melhor articulação de práticas sustentáveis acerca da coleta seletiva, reciclagem, extensão da vida do produto, insumos circulares, recuperação de recursos, virtualização contribuindo para uma retomada sustentável.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade Empresarial. Economia Circular. Pandemia. Resiliência.

M. L. A e. SILVA (  ) Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM, Brasil.  
e-mail: [michelearacaty@ufam.edu.br](mailto:michelearacaty@ufam.edu.br)

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema muito debatido atualmente; inclusive quando se trata da adoção de práticas sustentáveis por parte das instituições empresariais. Mas uma questão vem à tona: as mudanças decorrentes da pandemia bem como os pacotes de estímulos deveriam se concentrar em encontrar o caminho de volta ao crescimento ou devem acelerar a mudança que começou em direção a uma economia circular de baixo carbono mais resiliente?

Para Borges (2014), a prática sustentável busca integrar o tripé social-econômico-ambiental, harmonizando rentabilidade financeira e crescimento econômico com a justiça e bem-estar social, a conservação ambiental e a utilização racional dos recursos naturais.

As ações empresariais tendo como base os princípios da economia circular fazem parte da realidade das empresas brasileiras em períodos anteriores à pandemia e parte expressiva das empresas afetadas direta e indiretamente pela crise causada pela pandemia de Covid-19 buscou fortalecer ações já implementadas para superar os desafios impostos ou se reposicionar no mercado.

Assim, este artigo tem como objetivo a discussão de práticas de economia circular no cenário empresarial no pós-pandemia. Para tanto, temos como problemática analisar os pacotes de estímulos e suas aplicações no que tange à busca pelo crescimento econômico ou o fortalecimento de uma economia circular de baixo carbono e mais resiliente? Nossa hipótese é de que as ações empresariais busquem um equilíbrio entre a recuperação econômica e a sustentabilidade empresarial de longo prazo.

Quanto à metodologia, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois, tem a finalidade de estudar diversas abordagens de um mesmo assunto, além disso, pode-se dizer que o respectivo estudo não utiliza dados numéricos. Quanto ao tipo de pesquisa, pode-se dizer que se trata de uma pesquisa bibliográfica e documental, uma vez que sua análise parte de materiais já publicados. Este método foi determinante para a construção da fundamentação teórica de todo este estudo. Além disso, ajudou na formulação da questão de pesquisa, na determinação dos objetivos, nos apontamentos das questões norteadoras, bem como no resultado esperado no final deste trabalho.

Observamos que as práticas de economia circular possibilita às empresas não apenas uma expressiva redução nos custos e perdas produtivas, mas também criem novas fontes de receita, por exemplo, com estímulo à inserção de matéria-prima secundária nos processos produtivos e fomento ao mercado de troca de resíduos.

Para tanto, este texto está dividido da seguinte forma: Introdução, Fundamentação Teórica, Aspectos Metodológicos, Resultados e Considerações Finais e por fim, as Referências utilizadas para embasar este trabalho.

### **Sustentabilidade: Conceito e Definição**

A Sustentabilidade se caracteriza como a palavra-chave do Desenvolvimento Sustentável, é ela que o define, é através da sustentabilidade que se obtém o tripé sustentável: economia, sociedade e meio ambiente. Para Aquino et al. (2015), é essa palavra que torna indissociável, nos dias de hoje, a produtividade da minimização de efluentes e a racionalização do consumo de insumos.



No período pré-histórico, estima-se que o homem nômade consumia 5 mil kcal/dia, enquanto o agricultor após a revolução neolítica em 5000 a.C. passa a usar 10 mil kcal/dia. Com o advento da urbanização desencadeada ao final da Idade Média (1400 d.C.) e a subsequente ocupação de vastas florestas europeias o consumo elevou-se para 26 mil kcal/ dia. Em plena era industrial, por volta da segunda metade do século XIX, o uso massivo do carvão permitiu atingir o nível médio de 77 mil kcal/dia (AQUINO et al. 2015).

Estes dados representam um crescimento de quinze vezes nos últimos doze mil anos, um aumento exponencial no consumo humano com o passar dos anos. O petróleo tende a se posicionar como a principal fonte energética, embora com diminuição da sua participação (cerca de 30%). Haverá um aumento do uso do gás natural e carvão como principais fontes de energia. Existem projetos em andamento a nível mundial, visando aumentar significativamente a participação da energia nuclear, como o Projeto *Generation IV*, por exemplo (AQUINO et al. 2015).

Existem expectativas gigantescas em torno das células combustíveis, que se utiliza do hidrogênio para produção de eletricidade e, da energia nuclear a fusão, que ainda é uma realidade apenas vislumbrada. Olhando o passado, verifica-se que o trinômio: Energia, Desenvolvimento e Degradação, sempre se fizeram presentes durante milhares de anos em todas as grandes civilizações do planeta (SACCARO JUNIOR, 2011A).

Isto demonstra a incansável busca antropológica por fontes de energia e recursos alimentares. A sustentabilidade, como o nome já sugere, é a ferramenta com a qual o homem pode perpetuar o atendimento de suas necessidades justamente porque é através dela que surgem novas fontes ou ainda formas adequadas do uso das fontes já existentes de energia e recursos de forma geral (2011A).

A lógica dos antepassados humanos era muito simples, e assemelha-se em muitos aspectos com a que a humanidade utiliza até os dias atuais. O desenvolvimento era pautado na busca incansável de uma fonte energética que gerasse o custo-benefício mais atraente, e isso era tudo, não havia outras preocupações, como ambientais por exemplo. A maior parte dessa energia era oriunda de fontes não-renováveis como o carvão vegetal, largamente utilizado nos primórdios da civilização.

Por conta desse tipo de desenvolvimento, vários povos tiveram o seu auge e declínio alicerçados pela durabilidade de seus recursos energéticos, a exemplo da Grécia e Roma. Já a China, deu o primeiro passo em relação ao modelo energético propício ao desenvolvimento. A diversidade energética e uso intenso de fontes renováveis como água e vento, foram capazes de sustentar durante séculos o rápido desenvolvimento Chinês. O tipo de desenvolvimento e a matriz energética utilizada por antepassados são uma prova que eles deixaram. Cabe a sociedade hoje, o tipo de desenvolvimento e qual a herança que ela permitirá deixar para as futuras gerações (AQUINO et al. 2015). E, para que as futuras gerações tenham recursos com qualidade e quantidade suficientes; é necessária a adoção de práticas sustentáveis hoje.

Vale ressaltar que a sustentabilidade como conceito teórico, só surgiu em na Conferência sobre o Ambiente Humano organizada pela ONU em Estocolmo, Suécia, no ano de 1972. Desde então surgiram vários tratados e reuniões internacionais para discutir a sustentabilidade do mundo (MADEIRA, 2014). A sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade humana de atender necessidades hoje, sem comprometer o consumo para atendimento das necessidades das gerações futuras.

Daí o significativo e importante papel da sustentabilidade. É através dela que a humanidade passou a visar não apenas os benefícios econômicos, mas também os benefícios ambientais e sociais. É através da sustentabilidade que o homem se preocupa não apenas com o agora, mas também com o futuro, e é essa a ferramenta teórica, o

conceito chave, que o homem deve usar para embasar toda e qualquer ideia de desenvolvimento econômico. Ou os resultados serão catastróficos (SACCARO JUNIOR, 2011 B).

No Brasil, o *start* acerca da conscientização ambiental em relação às práticas sustentáveis e os impactos das atividades sobre o meio ambiente foi marcado pela Eco-92 que ocorreu no Rio de Janeiro. A Eco-92, também conhecida como Cúpula da Terra, contou com a participação de 178 países com o intuito de discutir sobre a degradação do meio ambiente e as futuras gerações. O resultado da conferência produziu os seguintes documentos: Agenda 21, Convenção da Biodiversidade, Convenção da Desertificação, Convenção das Mudanças Climáticas, Declaração de Princípios sobre Florestas, Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento e Carta da Terra. (MARTINS, 2002).

A necessidade do Desenvolvimento Sustentável (DS) como projeto político e social da humanidade tem promovido a conduta de trabalho no sentido de encontrar caminhos para grupos sociais sustentáveis (SALAS-ZAPATA *et al.*, 2011). Desde aí, surge grande quantidade de literatura dedicada ao tema, e sem dúvida uma indefinição de foco. É avassalador o interesse sobre sustentabilidade e as abordagens referentes a estratégias, produção mais limpa, controle da poluição, eficiência ecológica, gestão ambiental, responsabilidade social, ecologia industrial, investimentos éticos, economia verde, designer ecológico, coleta seletiva, consumo sustentável, resíduos zero (GLAVI; LUKMAN, 2007), entre inúmeros outros termos que prezam pela economia ecologicamente positiva.

As diversas abordagens variam conforme o campo de aplicação (engenharia, economia, arquitetura, geografia, administração, ecologia, entre outras áreas), no qual cada ciência tende a ver apenas um lado do universo (CHICHILNISKY, 1996), entretanto são comuns, pois se voltam para o Desenvolvimento Sustentável. Não é por acaso que os conceitos de sustentabilidade e DS ainda são mal compreendidos (DOVERS; HANDMER, 1992), e em várias ocasiões, são tratados como sinônimos.

Mas nem todos os que pesquisam esses conceitos os compreendem como a mesma coisa. Para Dovers e Handmer (1992) sustentabilidade é a capacidade de um sistema humano, natural ou misto resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado, e, além disso, o DS é uma via de mudança intencional e melhoria que mantém ou aumenta esse atributo do sistema, ao responder às necessidades da população presente. Em um primeiro momento, o DS é o caminho para se alcançar a sustentabilidade, isto é, a sustentabilidade é o objetivo final, de longo prazo, mas o Desenvolvimento Sustentável é o que a alicerça.

O Desenvolvimento Sustentável é um mecanismo de crescimento de longo prazo que une três esferas, a social, a econômica e a ambiental. É a capacidade humana de utilizar os recursos e os bens da natureza sem comprometer a disponibilidade desses elementos para gerações futuras (SACCARO JUNIOR, 2012). Para isso ser possível, a sociedade deve adotar padrões de consumo e de aproveitamento de recursos extraídos na natureza de forma a fazer com que não haja uma extinção de tais recursos no futuro, adotando medidas de Economia Circular por exemplo. O desenvolvimento econômico deve ocorrer em paralelo com a sustentabilidade social e ambiental (SACCARO JUNIOR, 2013).

A discussão acerca do Desenvolvimento Sustentável surgiu nos anos de 1970 com o nome de ecodesenvolvimento, a sua definição como sustentável, nos dias de hoje, tem sido objeto de controvérsias pois, para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado no longo prazo (ou eficiente), socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado). Os dois primeiros critérios

possuem sua gênese no debate sobre desenvolvimento econômico que se abre no pós-segunda guerra; já o terceiro tópico (o ambiental) é recente e teve sua origem marcada na conferência em Estocolmo – Suécia, no ano de 1972 (VEIGA, 2005).

O Desenvolvimento Sustentável tem seu marco histórico na Conferência de Estocolmo em 1972; desde aí as discussões sobre como desenvolver a humanidade sem comprometer os recursos naturais vêm ganhando cada vez mais espaço em meio os debates socioeconômicos, ambientais e legislativos no Brasil e no mundo. Isso ocorre por que até 2050, conforme a população mundial cresce para 10 bilhões, a demanda por recursos naturais atingirá níveis sem precedentes, intensificando os aspectos severos da mudança climática. As principais organizações de desenvolvimento global já estão destacando a poluição do ar e a escassez de água (desafios ambientais) como os maiores perigos à saúde e à prosperidade humana (THE NATURE CONSERVANCY, 2019).

Mas e a palavra Regional? Esta se insere no conceito de desenvolvimento a partir do momento em que se aplica a teoria do mesmo a determinada região e suas particularidades. Quando se fala de Desenvolvimento Sustentável, se fala de um conceito, uma ideia que abraça crescimento econômico, ampliação da qualidade de vida, equidade social, meio ambiente respeitado e preservado, enfim, não se define o local de aplicabilidade, apenas se estabelece o ideal a se fazer. A partir do momento em que se fala sobre a aplicabilidade deste conceito em determinado território, aí se tem a inserção da palavra regional no conceito, pois torna-se necessário entender e compreender a importância de se promover e estimular o desenvolvimento de competências e atributos regionais especializados, cujas relações de sinergia e de cooperação entre os diversos lugares do território regional, devem se dar, ou serem viabilizados, através de redes regionais, usufruindo das riquezas socioambientais do território, respeitando suas particularidades, povo e cultura (SILVEIRA; DEPONTI, 2020).

Não se pode falar em Desenvolvimento sem citar equidade social. Respeito a cultura, diversidade e sociedade do território em questão; e a preservação do meio ambiente do mesmo (SOUZA, 2005). Ou seja, todo Desenvolvimento deve ser regional e ao mesmo tempo sustentável, e somente se alcança sustentabilidade através do Desenvolvimento regional.

## **Economia Circular**

Com a emergência de novas abordagens econômicas que levem em consideração o problema do aceleramento das mudanças climáticas no mundo; a Economia Circular ganha cada vez mais corpo teórico e conseqüentemente mais espaço na prática econômica em vários países. Mas o que é economia circular? Constitui um processo sustentável de reaproveitamento de resíduos do processo produtivo dentro do próprio processo produtivo da mesma ou de outra indústria. Ou seja, o sistema Produção-Consumo-Descarte, deixa de existir para dar espaço ao sistema Produção-Consumo-Geração de insumos-Produção. Daí se percebe que não existe mais descarte, e sim geração de matérias-primas secundárias para um novo processo produtivo. (EMF, 2012)

A Economia Circular deriva de várias escolas de pensamento que explanam conceitos como reciclagem, ciclo de vida, reuso, reaproveitamento e regeneração, no centro dos debates a respeito da insustentabilidade da Economia Linear ou tradicional e dos indícios de que uma nova forma de pensar a economia. Para tanto, a Economia Circular representa uma nova alternativa ao paradigma econômico vigente (TORRES JR; PARINI, 2017; VEIGA, 2019; SEHNEM, 2019).

Segundo a EMF (2012), as principais escolas que participaram da construção do conceito de Economia Circular são: Design regenerativo; Economia de performance; Cradle-to-Cradle (do berço ao berço); Ecologia Industrial e Biomimética.

O termo Economia Circular aparece na literatura em diferentes áreas do conhecimento, sendo que cada área atribui a origem do conceito a um pesquisador em específico. Ademais, o princípio da economia circular aparece pela primeira vez em 1848, R.W. Hofman, primeiro presidente da Royal Society of Chemistry, diz que: Em uma fábrica de produtos químicos ideal, não há nenhum desperdício, mas apenas produtos. Quanto melhor uma fábrica real faz uso de seus resíduos, quanto mais se aproxima de seu ideal, maior é o lucro” (SEHNEM, 2019; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

Para Milios (2018) o conceito de economia circular pode ser considerado uma combinação de antigos conceitos bem estabelecidos de eficiência de recursos, considerando ao mesmo tempo o aspecto econômico da economia de recursos e os ganhos potenciais que ela acumula. Para Pearce e Turner (1990) afirmam que o termo "economia circular" foi usado pela primeira vez na literatura ocidental na década de 1980, para descrever um sistema fechado de interações economia-ambiente.

Para a Fundação Ellen Macarthur (2015, p. 5),

A noção de uma economia circular vem atraindo cada vez mais atenção nos últimos anos. O conceito se caracteriza, mais do que se define, como uma economia que é restaurativa e regenerativa por princípio e tem como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, fazendo distinção entre ciclos técnicos e biológicos. A economia circular é concebida como um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produtividade de recursos e minimiza riscos sistêmicos gerando estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma efetiva em qualquer escala. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos.

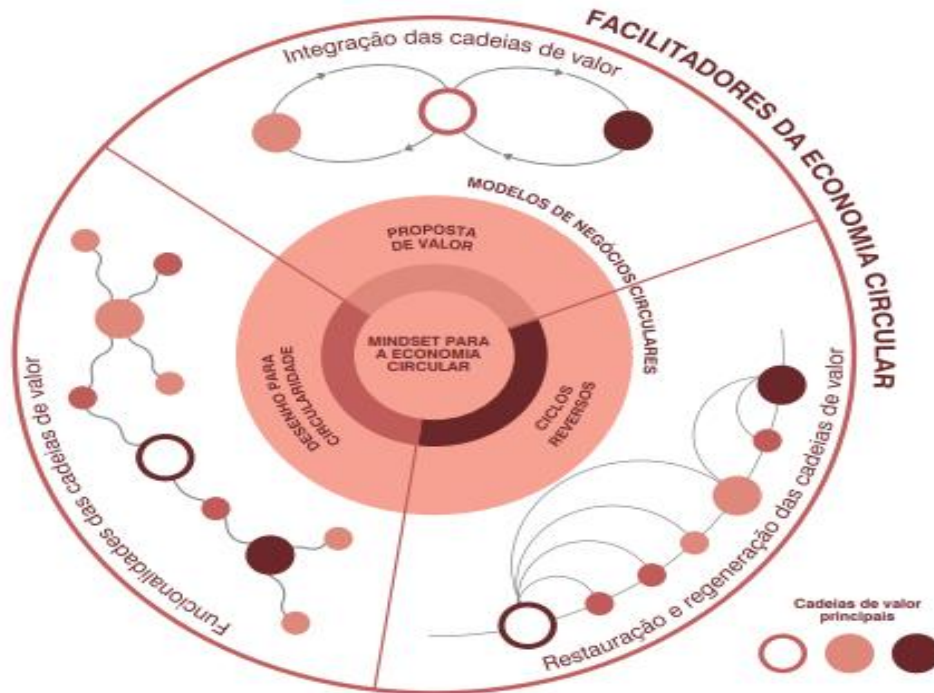
Ou seja, a Economia Circular modifica a ideia de que os recursos produzidos possuem uma finalidade específica. Dando a eles novas finalidades após o primeiro ciclo de consumo, seja sendo restaurado para consumo futuro ou ainda transformado em outro recurso com outra finalidade (FEM, 2015). Outra informação importante, a respeito da aplicabilidade da Economia Circular é dada pela Confederação Nacional da indústria (CNI, 2018),

(...)a Economia Circular já traz muitas oportunidades para a economia e a indústria brasileira, agregando e recuperando valor de modo mais resiliente e sustentável. Mas, para que a Economia Circular ganhe escala e realize todo o seu potencial, é necessário criar as condições facilitadoras para essa transição, como educação de melhor qualidade, políticas públicas específicas, infraestrutura voltada a circularidade e tecnologias inovadoras (p. 17).

Na Figura 1, pode-se perceber um sistema simplificado do *Mindset* da Economia Circular. Em um primeiro momento, tem-se a Funcionalidade das cadeias de valor da forma tradicional, ou seja, sem conexão circular de reaproveitamento dos fluxos; a partir daí, com a restauração e regeneração dessas cadeias, se percebe a adoção de ciclos reversos com aproveitamento dos descartes e por fim, a adoção de integração dessas cadeias gerando assim economia de escala circular na produção. Outro exemplo do processo produtivo circular pode ser visto na Figura 02, onde se observa detalhadamente o fluxo produtivo-econômico dentro de uma Economia Circular. Dito isto, vale ressaltar os três princípios que tal economia tem em seu fundamento. O primeiro deles é preservar

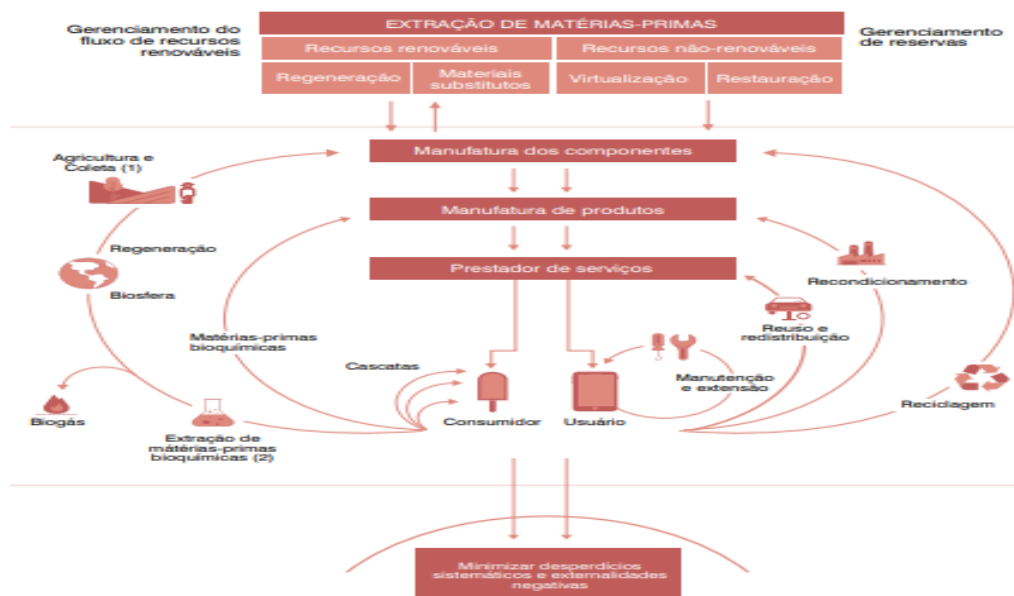
e aumentar o capital natural controlando a utilização de recursos finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; o segundo é otimizar os rendimentos dos recursos naturais promovendo a circulação de produtos, componentes e materiais sempre em seu nível máximo de utilidade em seus ciclos técnicos e biológicos; já o terceiro pode ser entendido como melhorar a efetividade do sistema através da identificação e entendimento das externalidades negativas. Aplicação de todos os princípios (CNI, 2018).

**Figura 1-** Framework do Sistema de Negócio Circular



**Fonte:** CNI (2018)

**Figura 2:** Fundamentos da Economia Circular



**Fonte:** CNI (2018)

## Economia Circular no Cenário da Pandemia

Para Tavares e Borschiver (2020), são nos momentos de crises e fragilidades sociais e econômicas que as empresas e os consumidores realizam uma reflexão acerca dos seus posicionamentos acerca do mercado bem como dos seus hábitos de consumo. E a emergência sanitária ocasionada pela pandemia do novo coronavírus expôs às empresas e os consumidores à desafios nunca antes imaginados. Ademais, com a paralisação total ou parcial das atividades econômicas foi possível a análise dos impactos causados pelas atividades industrial sobre o meio ambiente e a sustentabilidade.

Segundo a ESA (2020), a pandemia expôs a vulnerabilidade dos nossos sistemas e demonstrou que chegaremos a um ponto de inflexão relacionado às transformações climáticas do planeta. Recentemente, o satélite Sentinel-5P, mostrou de sua órbita alterações significativas em diferentes locais do planeta: clareamento dos canais de Veneza; desaparecimento do *smog* em Los Angeles; observação dos picos do Himalaia em regiões da Índia após uma geração; e redução das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) em torno de 50%, principalmente em cidades que adotaram medidas rígidas de confinamento (Milão, Roma, Paris, Wuhan e Madrid). Há evidências de que as alterações na concentração de NO<sub>2</sub> estejam associadas, em parte, à desaceleração econômica causada pela pandemia.

Para Agência Fapesp (2020), em meio às incertezas, é possível encontrar soluções na Economia Circular. Os estágios iniciais da crise do coronavírus revelaram a fragilidade de muitas cadeias de suprimentos globais. Já para Carvalho et. al (2015) e Jaca et al. (2018), destacam que o distanciamento social é uma oportunidade de reflexão sobre as necessidades individuais de consumo e na América Latina, o consumo verde surge em momentos de dificuldade econômica, e gera interesse pela aquisição de produtos de segunda mão, orgânicos ou eco rotulados.

Numa pesquisa da CNI levantada pelo Instituto FSB Pesquisa entre os dias 02 e 04 de maio de 2020 com 2.005 pessoas do país apontou que 77% dos brasileiros reduziram o consumo de pelo menos um dos 15 produtos testados durante o período de isolamento social, sendo que 40% dos entrevistados relataram que reduziram o consumo de calçados, 37% de roupa e 32% de cosméticos (CNI, 2020). Essa mesma pesquisa mostrou que três em cada quatro consumidores irão manter redução no consumo, indicando que tal cenário pode se repetir no pós-Covid-19. Ademais, a pandemia também ressaltou iniciativas que vão ao encontro dos princípios da Economia Colaborativa e de Negócios de Impacto Social (CEBDS, 2020).

Segundo Caldas (2020), o período de isolamento social também tem modificado a forma de utilização de residências: além da rotina convencional, são também utilizadas como *home office* espaço para prática de exercícios físicos, oficina de trabalho e ambiente de lazer e espaço para estudos e aprendizagem.

Ainda para a autora (2020), estratégias circulares e sustentáveis têm sido aplicadas no setor de arquitetura e construção com o objetivo de produzir projetos de edificações mais eficientes e funcionais. Sob esta ótica, um dos itens mais utilizados para reduzir o consumo de materiais, recursos naturais e custos nos projetos é a diminuição do tamanho dos ambientes ocupados e da área construída. Trata-se de uma alternativa ao maior adensamento do espaço urbano devido aos elevados custos de moradia e aquisição de prédios/lojas comerciais, dentre outros fatores. É de se esperar que as edificações convencionais não consigam atender as necessidades desta nova sociedade.

No tocante às práticas de Economia Circular no pós-covid também apontamos a necessidade de se buscar alternativas viáveis para o tratamento de resíduos bem como da utilização de tecnologias para uma correta rastreabilidade destes sem contar com a

necessidade de fortalecimento das parcerias com empresas e cooperativas de reciclagem e compostagem. Ademais, o incentivo ao uso das energias renováveis também é apontado como forte impulsionador para a recuperação econômica pós-pandemia (ONU, 2020).

Dessa forma, são inúmeras estratégias circulares que já vinham sendo construídas antes da pandemia e que foram primordiais para a empresa e sociedade no período mais crítico da emergência sanitária e que imaginamos que se comportam como promessas e imprescindíveis para a recuperação pós-pandemia de forma a acelerar a recuperação economia e com viés de fortalecimento ao compromisso socioeconômico empresarial (CNI, 2018).

Se faz necessário, portanto, intensificar as discussões sobre o planejamento global para mitigação dos impactos econômicos, sociais e ambientais que outrora eram postos num futuro distante, mas que batem à porta e urgem em ações efetivas, que tornem a sociedade mais resiliente frente à períodos de crise, tendo a Economia Circular como modelo potencial para este fim, uma vez que a pandemia antecipou ações que aconteceriam daqui a 10 anos e por forma da realidade foram antecipadas (CNI, 2018).

Outra discussão relevante se baseia no desafio de repensar os sistemas que sustentam a economia bem como o momento mais propício para pensar num modelo econômico mais resiliente e de baixo carbono proporcionando sustentabilidade empresarial e atração de investimentos públicos e privados.

### **Aspectos metodológicos**

Utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental como meio de investigação, a partir de fontes secundárias, de publicações impressas ou disponíveis na Internet. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, que, a partir dessa base teórica, optou-se por apoiar-se também na pesquisa do tipo descritiva, que tem como função principal a análise do objeto, buscando descrever o estado da arte nos temas escolhidos.

## **RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Iniciamos a construção deste texto com o objetivo de discutir as práticas de economia circular no cenário empresarial no pós-pandemia. Apresentamos os conceitos e definição de sustentabilidade bem como o desenvolvimento sustentável que através do tripé: economia, sociedade e meio ambiente possibilita o uso e a racionalização do consumo de insumos por parte das empresas, consumidores e sociedade.

Seguindo na nossa revisão de literatura, apresentamos a definição de Economia Circular que constitui um processo sustentável de reaproveitamento de resíduos do processo produtivo dentro do próprio processo produtivo da mesma ou de outra indústria. Ou seja, o sistema Produção-Consumo-Descarte, deixa de existir para dar espaço ao sistema Produção-Consumo-Geração de insumos-Produção. Daí se percebe que não existe mais descarte, e sim geração de matérias-primas secundárias para um novo processo produtivo.

A Economia Circular modifica a ideia de que os recursos produzidos possuem uma finalidade específica. Dando a eles novas finalidades após o primeiro ciclo de consumo, seja sendo restaurado para consumo futuro ou ainda transformado em outro recurso com outra finalidade.

Frisamos que este novo modelo econômico veio em contraponto ao tradicional modelo de economia linear que gera resíduos e que se baseia no uso indiscriminado de combustíveis fósseis e gera poluição.

Vimos também que a Economia Circular deriva de várias escolas de pensamento que explanam conceitos como reciclagem, ciclo de vida, reuso, reaproveitamento e regeneração, no centro dos debates a respeito da insustentabilidade da economia tradicional e dos indícios de que uma nova forma de pensar a economia. Para tanto, a Economia Circular representa uma nova alternativa ao paradigma econômico vigente, ou seja, precisamos abandonar a economia linear e buscar alternativas para a implementação de um novo modelo mais sustentável.

Mediante as estratégias circulares que já vinham sendo construídas antes da pandemia e que foram primordiais para as empresas e para a sociedade no período mais crítico da emergência sanitária, temos a convicção de que tais práticas surgem como promessas e que postas em funcionamentos são imprescindíveis para a retomada pós-pandemia acelerando a recuperação econômica com viés de fortalecimento ao compromisso socioeconômico empresarial com foco no tripe: econômico, social e ambiental.

Devemos observar que a atuação das organizações interfere de forma direta na sociedade e que os impactos ambientais causados por seus processos, produtos e serviços podem prejudicar a qualidade de vida presente e futuramente, mesmo que sejam considerados pequenos, os acúmulos dessas empresas geram efeitos que podem causar danos irreparáveis ao meio ambiente. Assim, há a necessidade de atitudes imediatas, sendo que pequenas ações individuais consideradas triviais podem fazer muita diferença para o alcance de uma sociedade mais sustentável.

No período mais severo da pandemia foram inúmeras as cidades (com destaque para as cidades chinesas e europeias) que buscaram se reestruturar para uma melhor gestão da coleta seletiva municipal dos resíduos urbanos, melhorando a qualidade da reciclagem.

A crise também revelou a fragilidade da cadeia de suprimentos globais, nos apresentando uma escassez de equipamentos médicos triviais ou sofisticados, indisponibilidade de estoques, falta de interesse em recondicionar dispositivos médicos bem como a fragilidade na competitividade empresarial e a concentração da produção em grandes conglomerados industriais.

A logística de distribuição de alimentos também foi colocada em xeque pela emergência sanitária merecendo uma atenção especial para melhorar as relações entre produtor e consumidor com o uso inteligente de plataformas de e-commerce conectando os produtores aos consumidores finais, contribuindo para reduzir o desperdício e melhorando a ingestão de alimentos frescos e de qualidade.

Ainda em relação à cadeia de alimentos, temos absoluta convicção da necessidade de se reformular as cadeias agrícolas, buscando cada vez mais propiciar investimento em larga escala na agricultura regenerativa, expandindo os modelos de negócios que promovam cadeias de abastecimentos agrícolas eficazes e a produção de alimentos cada vez mais próximo ao mercado consumidor.

Ademais, este novo modelo econômico baseado nos preceitos da Economia Circular traz possibilidade para o melhor uso dos recursos naturais e aumento da competitividade industrial sendo mais resiliente, circular e de baixo carbono.

E de acordo com estudos da CNI (2020) as práticas da Economia Circular associam o desenvolvimento econômico ao melhor uso de recursos naturais, por meio de novas oportunidades de negócios e da otimização na fabricação de produtos. A ideia é depender menos de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis.



Ainda para a CNI (2020), essa tendência faz com que as empresas não apenas reduzam custos e perdas produtivas, mas também criem novas fontes de receita, por exemplo, com estímulo à inserção de matéria-prima secundária nos processos produtivos e fomento ao mercado de troca de resíduos.

Por fim, observamos que a Economia Circular também contribui para promover o desenvolvimento de novos elos na cadeia produtiva, por meio de práticas promovidas por este modelo, como: otimização de processos, produto como serviço, compartilhamento, agricultura regenerativa, recondicionamento de equipamentos médicos, ligação mais inteligente entre os consumidores e produtos agrícolas, melhor articulação de práticas sustentáveis acerca da coleta seletiva de resíduos urbanos e reciclagem, extensão da vida do produto, insumos circulares, recuperação de recursos e virtualização.

E para a retomada mais rápida das atividades econômicas parte das empresas está colocando em prática as experiências do período pré-pandêmico para se reestruturar no mercado e melhorar as suas práticas produtivas, como por exemplo: reuso de água, instalação de painéis de captação de energia solar, redução do desperdício de insumos e matérias-primas, dentre outras alternativas.

Ademais, à medida que tivermos uma melhor compreensão das ramificações econômicas da pandemia, as maneiras pelas quais um modelo circular pode contribuir para a recuperação se tornarão mais detalhadas e os planos de implementação mais definidos. Já existem respostas de curto prazo disponíveis, mas o sucesso dependerá do envolvimento de todas as partes interessadas. As cidades chinesas são focos de inovação, apoiadas por uma ampla gama de talentos, mercados experientes em tecnologia e uma classe média em ascensão.

À medida que os governos avançam para abordar as questões mais urgentes, definir uma direção clara e permitir que a inovação circular do setor privado alcance escala, nos permitirá combinar a regeneração econômica, melhores resultados sociais e ambições climáticas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FAPESP. **Startup desenvolve máscara reutilizável com maior proteção contra novo coronavírus**. 2020. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/startup-desenvolve-mascara-reutilizavel-com-maior-protacao-contra-novo-coronavirus/32982/>>. Acesso em: 5 mai 2020.

AQUINO, A; PALETTA, F; CAMELLO, T; MARTINS; ALMEIDA, J. Sustentabilidade Ambiental. Rio de Janeiro: Rede Sirius; Biblioteca da OUERJ, 2015. 167 p. Disponível em: [http://www.rsirius.uerj.br/pdfs/sustentabilidade\\_ambiental.pdf](http://www.rsirius.uerj.br/pdfs/sustentabilidade_ambiental.pdf). Acesso em: 17 nov 2020.

BORGES, C (Org.). Empreendedorismo Sustentável. São Paulo: Saraiva, 2014.

BRASIL. Lei Complementar 123 de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis nº 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, da Lei nº 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis nº 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp123.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm). Acesso em: 20 abr 2021.

CALDAS, L. R. **Arquitetura e Economia Circular na era dos espaços compartilhados.** ArchDaily. 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/940408/arquitetura-e-economia-circular-na-era-dos-espacos-compartilhados>>. Acesso em: 30 mai 2020.

CARVALHO, B. L.; SALGUEIRO, M. F.; RITA, P. Consumer sustainability consciousness: a five dimensional construct. **Ecological Indicators**, v. 58, p. 402–410, 2015.

CEBDS. **Empresas buscam auxiliar a sociedade em meio à pandemia do coronavírus.** 2020. Disponível em: <<https://cebds.org/empresas-buscam-auxiliar-a-sociedade-em-meio-a-pandemia-do-coronavirus/#.XtTuBjpKjIW>>. Acesso em: 25 mai 2020.

CHICHILNISKY, G. An axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare*, v.13, n° 2, p.231-257, 1996.

CNI. **Três em cada quatro consumidores vão manter redução no consumo no pós-pandemia.** 2020. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/tres-em-cada-quatro-consumidores-vaio-manter-reducao-no-consumo-no-pos-pandemia/>>. Acesso em: 27 mai 2020.

CNI: Confederação Nacional da Indústria. **Economia Circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira.** Brasília: CNI, 2018. 64 p. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4914982/mod\\_resource/content/1/Economia%20Circular\\_CNI\\_2018.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4914982/mod_resource/content/1/Economia%20Circular_CNI_2018.pdf)>. Acesso em: 23 mai 2020.

DIAS, Reinaldo. Benefícios da Sustentabilidade para as Pequenas Empresas. 2017. *Revista Gen. Negocios & Gestao* Disponível em: <https://www.gennegociosegestao.com.br/sustentabilidade-para-pequenas-empresas/>. Acesso em: 20 abr 2021.

DOVERS, S. R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, v.2, n° 4, p.262-276, 1992.

ESA: The European Space Agency. **Seen from space: COVID-19 and the environment.** Disponível em: <[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-5P](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P)>. Acesso em: 20 mai 2020.

FONSECA, I; BURSZTYN, M. A banalização da Sustentabilidade: reflexões sobre governança ambiental em escala local. *Sociedade e Estado*. v. 24, n° 01, Brasília. Jan/Abril de 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922009000100003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922009000100003&script=sci_arttext). Acesso em: 11 nov 2020.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a-a%CC%80-economia-circular\\_Updated\\_08-12-15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf). Acesso em: 01 abr 2021.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. Isle of Wight: EMF, 2012.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, v.15, p.1875-1885, 2007.

JACA, C.; PRIETO-SANDOVAL, V.; PSOMAS, E.; ORMAZABAL, M. What should consumer organizations do to drive environmental sustainability? **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 201–208, 2018.

MADEIRA, W. Sustainable Amazon Plan and Uneven Development. *Revista Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 17, n° 03, p. 19-34, jun. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n3/en\\_v17n3a03.pdf](http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n3/en_v17n3a03.pdf). Acesso em: 08 abr 2019.

MARTINS, J. P. S. A Década Desperdiçada: O Brasil, a Agenda 21 e a Rio +10. Campinas, SP: Editora Komedi, 2002.

MILLIOS, L. Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix. **Sustainability Science**, v.13, p. 861–878, 2018.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *J Bus Ethics*, v. 140, n. 3, p. 69–380, 2017.

ONU. **Queda nos custos da energia limpa pode impulsionar ação climática na recuperação pós-Covid-19**. 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/queda-nos-custos-da-energia-limpa-pode-impulsionar-acao-climatica-na-recuperacao-pos-covid-19/>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. Economics of natural resources and the environment. Baltimore: Johns Hopkins University, 1989.

SACCARO JUNIOR, N. A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil. *Ambient. soc.*, Campinas, v. 14, n. 1, 2011B.

SACCARO JUNIOR, N. Bioprospecção e Desenvolvimento Sustentável. Repositório do Conhecimento do IPEA, Brasília, v. 01, n°73, p. 1-2, Ago. 2012. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9120/1/Bioprospec%20a7%20a3o%20e%20desenvolvimento%20sustent%20a1vel\\_p87.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9120/1/Bioprospec%20a7%20a3o%20e%20desenvolvimento%20sustent%20a1vel_p87.pdf). Acesso em: 08 nov 2020.

SACCARO JUNIOR, N. Como impulsionar a bioprospecção no Brasil: Bases para uma moderna regulação do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado, Texto para Discussão, No. 1807, 2013. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91140/1/744898447.pdf>. Acesso em: 13 nov 2020.

SACCARO JUNIOR, N. Desafios da Bioprospecção no Brasil. Texto para Discussão, No. 1569, 2011A. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. Disponível

em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1568/1/TD\\_1569.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1568/1/TD_1569.pdf). Acesso em: 07 nov 2020.

SAFATLE, A. Página 22, Rio de Janeiro, v. 01, n° 99, Nov/Dez, 2015. Disponível em: [https://pagina22.com.br/wp-content/uploads/2016/01/P22\\_Edicao\\_99.pdf](https://pagina22.com.br/wp-content/uploads/2016/01/P22_Edicao_99.pdf). Acesso em: 27 mar 2021.

SALAS-ZAPATA, W.; RÍOS-OSORIO, L.; CASTILLO, J.A.D. La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia. *Interciencia*, v.2, n° 09, 2011.

SEHNEM, S. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

SILVEIRA, R; DEPONTI, C (Org's). *Desenvolvimento Regional: Processos, Políticas e Transformações Territoriais*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020. 350 p.

SOUZA, M. *ABC do Desenvolvimento Urbano*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 192 p.

TAVARES, Silmara. BORSCHIVER, Silvana. *A Economia Circular no Cenário do Covid-19*. 2020. NEITEC. Disponível em: <http://www.neitec.eq.ufrj.br/blog/a-economia-circular-no-cenario-do-covid-19/>. Acesso em: 20 jul 2021.

THE NATURE CONSERVANCY. Um futuro onde pessoas e natureza prosperam é possível? Mar. 2019. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/um-futuro-onde-pessoas-e-natureza-prosperam-e-possivel>. Acesso em: 13 nov 2020.

TORRES Jr., A. S. e PARINI, F. P. Economia Circular – Evolução e perspectiva inovadora. In: *SemeAd: 20.*, 2017, São Paulo. Anais. São Paulo, 2017.

VEIGA, J. E. *Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XX*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VEIGA, R. *Do lixo à economia circular: um salto possível?* 2019. 418 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: [Repositório Institucional - Universidade Federal de Uberlândia: Do lixo à Economia Circular: um salto possível? \(ufu.br\)](https://repositorio.institucional.ufu.br/handle/123456789/12345). Acesso em: 05 abr 2021.

Capítulo 16

## **PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DE BIOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT EM RELAÇÃO AO AVANÇO DO AGRONEGÓCIO**

**Milena Macaiewski Ferreira, Mônica Strege Médici, José Diogo Ferreira de Melo.**

**Resumo:** As discussões voltadas à temática ambiental estão cada vez mais acirradas nas diferentes dimensões sociais. O objetivo desse trabalho é levantar junto aos acadêmicos do curso de Biologia da UNEMAT suas percepções frente ao avanço do agronegócio no estado de Mato Grosso, a fim de evidenciar os saberes construídos no curso. O estudo foi realizado por meio de um formulário eletrônico socializado em um aplicativo de mensagem, o *WhatsApp*, durante o período de 16 de janeiro a 22 de janeiro de 2022. Após a coleta dos dados foi realizada uma análise de conteúdo por meio da articulação dos dados e o referencial teórico. A pesquisa aponta que os estudantes percebem os impactos ambientais gerados pela atividade, no entanto consideram importante economicamente para o país. Diante disso, evidenciamos a urgência de entrelaçar a economia e o meio ambiente em face do conceito da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Agricultura. Capitalismo. Meio Ambiente. Sustentabilidade.

M. M. FERREIRA (👤). Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Alta Floresta, MT, Brasil. E-mail: milena.macaiewski@unemat.br.

M. S. MÉDICI (👤). Mestranda em educação PPGE/ UFT. Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas e Bacharel em Ecologia (Centro Universitário de Várzea Grande). Especialização em Ensino de Biologia (Universidade Candido Mendes). Pesquisadora do grupo de pesquisa CNPq/UFT Gepce/UFT. Bolsista CAPES demandas sociais

J. D. F. MELO (👤). Universidade Federal do Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Muitos são os desafios contemporâneos voltados às questões ambientais, que levam a sociedade refletir acerca dos impactos ambientais e seus efeitos para as próximas gerações. Rachel Carson em 1969 escreveu o livro “Primavera Silenciosa”, na obra a autora aponta os desafios enfrentados pela sociedade em relação ao uso desenfreado do uso de agrotóxicos em relação aos processos celulares com potencial risco a vida microscópica e as atividades metabólicas humanas.

Bonzi (2013), afirma que após a publicação da obra de Carson a indústria química revidou duramente a obra por meio de campanhas para desabonar a autora em relação à veracidade dos dados apresentados. Isso evidencia uma disputa ideológica em nome do poder, de um lado a Ciência de outro a Economia, essa dualidade permanece na atualidade embora ao longo das décadas existam estudos contundentes que confirmam os dados apresentados pela autora.

Em face do discurso que a preservação do meio ambiente é um entrave em relação ao crescimento econômico, potências econômicas avançam sobre o meio ambiente, a fim de ampliar a área produtiva. O Brasil presencia desde a década de 90 a expansão do agronegócio, o avanço acontece sob “o discurso do agronegócio como modelo de agricultura a ser seguido centra-se no uso das tecnologias como forma de acabar com a fome mundial” (CARDOSO; SOUSA; REIS, 2019, p. 840).

No estado de Mato Grosso, de acordo com Gonçalves, Santos e Silva (2016), a expansão do agronegócio ocorreu atrelada às ações e estratégias adotadas para o desenvolvimento da agricultura no Brasil, a partir da década de 1970. Período que vieram imigrantes das diferentes regiões do país.

Desde então um novo cenário se apresenta voltado para a expansão da fronteira agrícola, Canuto (2004) aponta que esse novo modelo de desenvolvimento econômico da agropecuária capitalista é sustentado por meio de “um discurso ideológico que defende a ideia que o potencial produtivo do estado pode amenizar os impactos da imagem latifundista, predatória e excludente da agricultura capitalista” (CANUTO, 2004, p. 3).

A sociedade é permissiva em relação à situação apresentada, porque de acordo com Bauman (2008), ela se encontra inerte sob o discurso de que a felicidade está centrada no “ter” no “adquirir bens de consumo”. O capitalismo dissemina a ideia que no consumismo reside a felicidade e assim as engrenagens do capitalismo sobrevivem sob o olhar leniente da sociedade que corrobora com a degradação ambiental em prol do progresso.

O fato é que diante do consumo desenfreado estimulado pelo capitalismo o desafio é garantir a sobrevivência das próximas gerações. Logo, esse desafio cai sobre toda a sociedade em especial aos ambientalistas, biólogos, educadores e demais profissionais. “Atualmente, o avanço rumo a uma sociedade sustentável é permeado de obstáculos, na medida em que existe uma restrita consciência na sociedade a respeito das implicações do modelo de desenvolvimento em curso” (JACOBI, 1999 p.170).

Propomos esse estudo no intuito de investigar os saberes e perspectivas dos acadêmicos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas do campus Universitário de Alta Floresta da Universidade Estadual do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) em relação à expansão do agronegócio no estado de Mato Grosso.

### **O capitalismo agregado ao agronegócio**

O debate acerca do meio ambiente precisa ser feito em uma perspectiva humanística e crítica. Deste modo, é importante apontar que a humanidade está vivendo uma crise ambiental que se

arrasta por décadas. Isso é evidenciado em diversos aspectos ambientais. Discussões apresentadas por Bauman (2001, 2004, 2008, 2013) apontam que, a crise socioambiental é algo engendrado nas engrenagens do capitalismo que desconsidera as suas consequências. Logo, compromete a sustentabilidade planetária.

Ainda nesse sentido, Carson (1962) consegue mobilizar vários setores da sociedade em torno da temática ambiental. Bonzi (2013), afirma que a obra “Primavera Silenciosa” sensibilizou e envolveu o presidente Kennedy, que determinou a constituição de um Comitê de Consultoria Científica da Presidência, a fim de avaliar os impactos apontados pela autora que emitiu os primeiros alertas em níveis mundiais acerca das questões ambientais.

No ano de 1968, a delegação da Suécia, na Organização das Nações Unidas (ONU), fez um alerta à comunidade internacional voltada para o meio ambiente. Em 1972, o Clube de Roma, publicou o documento “Limites de Crescimento” no intuito de mostrar os riscos ao futuro da humanidade, diante da situação que vinha se delineando, caso não houvesse mudanças comportamentais e racionais. E neste mesmo ano, aconteceu entre 5 a 16 de junho, na Suécia (Estocolmo), a primeira tentativa governamental de harmonizar as relações homem-natureza, na Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente. Evento realizado pela ONU que reuniu representantes de 113 países e gerou um dos documentos mais importantes para o movimento ambientalista, a “Declaração sobre o Ambiente Humano” (RUFINO; CRISPIM, 2015).

No contexto nacional, Rufino e Crispim (2015) destacam que discursos ideológicos marcaram as discussões voltadas para o meio ambiente “e no Brasil, a análise pode ser mais profunda, pois da colonização herdamos alguns (pré) conceitos como a concepção de que a floresta é “mato” e deve ser desmatado para dar passagem a civilização” (RUFINO; CRISPIM, 2015, p.1).

Esses discursos permissivos atrelados ao padrão de consumo que cresce exponencialmente de forma irracional, como afirma Bauman (2004) aumentam os riscos para a sustentabilidade, uma vez que ele se sustenta diante de uma sociedade hiperconsumista. O consumismo desenfreado é predatório, aquisições descartáveis e imediatistas, de um individualismo exacerbado e dominado pela ganância desmedida do lucro mercadológico. Não acontece ao acaso, mas obedecendo a um discurso imperativo entranhado pelo sistema capitalista, por meio das mídias que influenciam as pessoas a tal comportamento de forma acrítica (BAUMAN, 2004).

Nesse sentido, Harvey (1993) aponta que é preciso desconstruir as forças metanarrativas, hoje presente nos discursos políticos e apelos midiáticos. “Se a vida moderna está de fato tão permeada pelo sentido do fugidio, do efêmero, do fragmentário e do contingente, há algumas profundas consequências” (HARVEY, 1993, p. 23). Deste modo, a aparente transitoriedade das coisas dificulta todo o tipo de preservação.

Logo, De Souza Santos (2018) afirma de forma contundente que por meio de leitura crítica do mundo cabe aos estudiosos expor as vísceras da sociedade capitalista que oprime, massacra e destrói. “Do ponto de vista do paradigma emergente, a hierarquia Norte Sul e o desenvolvimento capitalista, expansionista e desigual, em que essa hierarquia assenta, constituem a maior e mais implacável violação dos direitos humanos no mundo de hoje” (DE SOUZA SANTOS, 2018 p. 86).

Segundo De Souza Santos (2018), o poder é hierarquizado e desse modo enquanto um concentra as riquezas o outro compromete a qualidade de vida de uma forma generalizada. Nesse sentido, o autor ressalta a importância de trazer essa reflexão para o contexto local. Em uma perspectiva crítica, propomos avaliar os impactos ambientais locais ocasionados pela expansão da fronteira agrícola, denominada agronegócio. Frente às consequências causadas ao meio ambiente e a sociedade de forma geral Frederico e Almeida (2016) fazem um alerta sobre essa expansão de forma desenfreada:

O desmonte de áreas de vegetação nativa, a abertura de novas regiões produtivas, a implantação de novas formas de capitais fixos (rodovias, ferrovias, portos, cidades, etc.) e a constituição de novas divisões territoriais do trabalho propiciam a difusão de novas relações sociais e arranjos institucionais, criando formas eficazes de apropriação do excedente de capital. (FREDERICO; ALMEIDA, 2016, p.85),

Como afirmam os autores na citação acima, os efeitos danosos comprometem todo o meio, não apenas os recursos naturais, mas também o modo de vida das pessoas. De acordo com essa perspectiva, nossa discussão avança a fim de apontar os impactos e seus efeitos ao território local.

Claramente as questões ambientais estão no cerne de uma luta classista, onde de um lado está a classe dominante que de forma aligeirada avança sob os recursos ambientais deixando como legado a maioria da população a destruição, a fome, a precarização do trabalho e o comprometimento da qualidade de vida. Antunes (2000), chama a atenção ao fato de que a sociedade está cada vez mais sectária e nesse sentido a classe trabalhadora cada vez mais heterogênea, subdivide-se sem a possibilidade de articular a luta da classe trabalhadora.

A exemplo do que acontece no estado de Mato Grosso, que é o maior produtor de grãos do país de acordo com G1 (2019, 2021). Todavia, as fiscalizações em relação às políticas ambientais são fragilizadas por um sistema público ineficiente em face da destruição das mesmas no âmbito nacional. Os grandes produtores encorajados pelo desmonte das políticas ambientais em nível nacional promovem o alargamento da destruição (CARDOSO; SOUZA; REIS, 2019).

Como destaca Antunes (2000 p.36), “O capitalismo contemporâneo, com a configuração que vem assumindo nas últimas décadas, acentuou sua lógica destrutiva”. A mídia massifica as informações e conduz um discurso licencioso em relação a destruição ambiental.

Cardoso, Souza e Reis (2019), em seu artigo “O Agro é Tech, é Pop, é Tudo o (Des)velar Dessa Realidade”, desromantizam a ideia de uma campanha veiculada em horário nobre pela TV Globo de forma incisiva, que tem como mensagem principal distorcer a realidade diante dos fatos por meio da reverberação de um discurso intencionalmente equivocado. Podemos enumerar diversos equívocos da campanha, mas vamos nos ater aos que tem relação direta com a qualidade ambiental.

### **A moderna-colonialidade dos sistemas de produção do agronegócio brasileiro**

Ao mesmo tempo em que os sistemas de produção do agronegócio geram lucros econômicos para a sociedade, em contrapartida causam impactos sociais e ambientais capazes de serem incorrigíveis a curto e em longo prazo (GIARETTA *et al.*, 2019). Desta forma, há uma discussão que se divide entre os que acastelam fortemente a economia e aquelas que visam defender o legítimo conceito que o termo sustentabilidade nos prega.

Isso reforça a necessidade de tratar a temática a partir de uma visão humana e apregoadas em críticas construtivas, a fim de desmontar os elos que não fortalecem e beneficiam o meio natural. Em regiões mato-grossenses onde houve grandes avanços tecnológicos resultaram numa grande elevação do êxodo rural e no aumento exponencial de máquinas agrícolas considerando a baixa mão de obra utilizada (CUNHA, 2006; ELIAS, 2011).

Um exemplo das consequências causadas pela expansão agrícola foram as grandes modificações dos ambientes naturais para transformação de monoculturas no Cerrado e na Amazônia brasileira em regiões do norte do estado de Mato Grosso (FEARNSIDE, 2001), principalmente para produção de *commodities*, como soja e milho. (MATOS; PESSÔA, 2012; GIARETTA; SILVA, 2017). Vale ressaltar a importância dessa reflexão acerca da valorização



dos bens que produzimos em nosso país e que são primordialmente enviados a exportação. Tornando o preço deste insumo absurdamente elevado em seu próprio local de produção.

Os estudos apontam e confirmam a teoria de Carson (1982) no que refere ao quanto à natureza se tornou indefesa com a intervenção humana, segue;

A história da vida sobre a terra tem sido uma história de interação entre as coisas vivas e o seu meio ambiente. Em grande parte, a forma física e os hábitos da vegetação da terra, bem como a sua vida animal, foram moldados pelo seu meio ambiente. Tomando-se em consideração a duração toda do tempo terrenal, o efeito oposto, em que a vida modifica, de fato, o seu meio ambiente, tem sido relativamente breve. Apenas dentro do momento de tempo representado pelo século presente é que uma espécie – homem – adquiriu capacidade significativa para alterar a natureza do seu mundo (CARSON, 1982, p. 15).

Não há dúvida de que a humanidade contraiu importantes competências de transformação, descoberta e criação que indiscutivelmente relaciona a humanidade como entre os animais que mais podem mudar a natureza da terra. Alguns fatores como a vida social, a transmissão do conhecimento de geração a geração, o pensamento científico e seus respectivos sistemas de registros históricos tornaram os humanos dominadores, manipuladores de humanos, animais e plantas.

Segundo Carson (1982), este campo humano é capaz de mudar, modificar e destruir a natureza e o modo de vida, e estão próximos ao modelo das relações sociais, culturais, econômicas, políticas e ambientais baseadas no bem e no mal, formando um sistema econômico de desigualdade e exclusão. Um modelo social de *apartheid* está se formando, voltado para a destruição dos recursos naturais e o meio ambiente.

Já dizia a autora em seu livro *Primavera silenciosa* (1982), que o ser humano desde o princípio não soube lidar com os avanços tecnológicos e o poder que o conhecimento proporcionou. Segundo a autora, “a humanidade parece estar se envolvendo cada vez mais em experiências de destruição de si própria e de seu mundo” (CARSON, 1982, p. 15).

Concomitantemente, Carson (1982) comenta que a modernização e expansão do agronegócio hoje estão claramente relacionadas ao processo de desenvolvimento no setor industrial ocorrido no Brasil, o que levou a uma nova estrutura no espaço geográfico e também quanto à divisão do território brasileiro.

O processo de transformação da vegetação natural em locais onde atuam as monoculturas transcorre além das áreas de desmatamento, pois agride outros segmentos, como “a erosão do solo, poluição dos recursos hídricos, perda de espécies da fauna e da flora, entre outros impactos” (FEARNSIDE, 2001).

Sabemos que as regiões de matas possuem uma vasta riqueza de espécies, e devido as explorações nos últimos anos vem sofrendo demasiados ataques de incêndios, desmatamentos, exploração de recursos hídricos, que ocasionam em estresse, e extinção de diversas espécies (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021).

Muito se diz sobre expansão agrícola, no entanto o termo não remete ao conceito de tratar acerca de produção de alimentos para insumo da população. E sim tratamos a respeito de mercadorias, *comodities* sendo interesse particularmente de viés econômico (NETO, 2020).

A expansão do agronegócio não supre as necessidades sociais em que se deparam os brasileiros. Pessoas morrem de fome diariamente no Brasil. “Atualmente cerca de 32 milhões de pessoas não tem acesso ao alimento” (NETO, 2020). Portanto a expansão territorialista não se trata de um benefício mútuo com a melhoria da população e crescimento do país em aspecto social, e sim de uma preocupação econômica que em muito beneficia apenas o grande produtor rural.

De modo geral a economia prevalece sobre a vida humana e o aspecto ambiental. Nos dias atuais, por exemplo, o uso do agrotóxico se tornou uma escolha, pois são apresentados cotidianamente sistemas de produção e manejo agroflorestal em que se pode alinhar lavoura, pecuária e floresta a fim de benefícios que potencializam a produção. A sociedade acaba sendo mascarada com um conceito errôneo de desenvolvimento através de resultados que avassalam o meio ambiente e sobretudo a saúde do homem. Conforme Canuto:

Ao contrário do que se apregoa, o agronegócio promove maior concentração de terra e de renda, gera desemprego, emprega mão-de-obra escrava, alimenta a grilagem de terras, é responsável pelo aumento desenfreado do desmatamento da Amazônia e do Cerrado, traz efeitos perversos sobre a saúde humana e deixa atrás de si um rastro de conflitos e violência (CANUTO, 2004 p. 1).

O agronegócio, como principal modelo da heterogeneidade capitalista, evidencia os problemas sociais. E de certa forma, maquia os efeitos causados no ambiente quando se promove as relações econômicas, principalmente, quando estas são tão exploradas pelo governo federal (CANUTO, 2004). Este aspecto posiciona o agronegócio em uma coluna onde se torna difícil haver questionamento, sendo a supremacia escancarada em nossa face. De um lado, temos um sistema de produção que ao ver de muitos beneficia o crescimento econômico de um modelo capitalista que influencia o crescimento de alguns e destrói o meio ambiente, de outro aqueles que são marginalizados sem acesso a alimentos, moradia e emprego nas grandes cidades, pois é cada vez mais crescente o êxodo rural.

O Brasil, sempre foi referência na produção de lavouras, assim como determinavam os engenhos de açúcar dos séculos XVI e XVII (CANUTO, 2004). No entanto, onde hoje querem dar preferência a modernização, acabam por representar uma formação social no caminho para retrocesso. Visto que o aumento da colonização de terras causa uma descaracterização da população que vive em ambientes colonizados, sendo um dos principais norteadores para o crescimento do êxodo rural. “Contudo, a situação em que se encontra atualmente a agricultura familiar no Brasil, é resultado de um processo histórico iniciado a partir da colonização, no qual se privilegiou a grande propriedade” (FISCHER; MARINI; FILIPPIM, 2015). Entretanto, é importante fazer uma reflexão de quantas vidas são desoladas em prol do crescimento econômico.

### **Incentivos fiscais e a crise agrária**

O aumento da população, após o final do século dezoito, provocou maior busca de recursos para suprir as necessidades do povo brasileiro. Consequentemente, houve maior demanda da exploração de recursos naturais. Foi neste período que se iniciou o avanço histórico do agronegócio. Este cenário se ampara nas bases financeiras e fiscais vindas por parte do governo, através de “fundos públicos de financiamento” (ANTONIAZZI, 2018).

Não é de hoje que ocorre a luta pela apropriação de terras, a fim de que sejam usados para sustento da família, ou para manejo de lavouras. Desde quando os primeiros homens habitavam a terra já começaram os primeiros vestígios do hábito de conviver em comunidades e lutar por espaços territoriais para garantia de condições de vida. (SOFER *et al.*, 2009).

Antoniazzi (2018), alerta para a colonização do Brasil, onde podemos refletir acerca das mazelas pelas quais os índios e suas terras padeceram para que o homem branco pudesse habitar, colonizar e explorar os recursos ambientais.

Segundo Antoniazzi (2018), “as atividades do agronegócio com incentivos do governo vêm atraindo a prática na região amazônica de uma pecuária extensiva e culturas agrícolas

monocultoras”. Vale ressaltar que as oportunidades de incentivos fiscais são a princípio norteadas aos grandes produtores rurais, a fim de implementar os meios de produção agrícola. Assim, os moradores rurais são inviabilizados dos mesmos incentivos fiscais e das mesmas oportunidades de crescimento econômico, resultando dos impactos ocasionados pelo agronegócio.

É importante ressaltar que o agronegócio ganhou maior êxito com os grandes avanços tecnológicos que surgiram ao longo dos anos. Atualmente, o maquinário é especializado e traz todas as funções que são necessárias dentro das lavouras. Local onde o homem se torna cada vez mais escasso e precarizado. Em contrapartida os avanços territoriais em busca de maiores concentrações de terra são supervalorizados, não demonstrando intensas mudanças para a reforma agrária (GONÇALVES, 2003).

## METODOLOGIA

A pesquisa foi de natureza básica, descritiva e exploratória, de abordagem qualitativa. De acordo com a proposição de Bardin (2010) que aponta que a construção dos saberes deve ser construída em face da investigação. O autor também aponta que por meio da análise de conteúdo “o pesquisador pode fazer operações estatísticas, simples ou até complexas, que possibilitem condensar e pôr em destaque as informações fornecidas pela análise” (BARDIN, 2010, p. 127).

Desta forma, foi aplicado um formulário eletrônico contendo 15 questões abertas e fechadas (quadro 01), abordando a percepção ambiental dos estudantes do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT). Os estudantes estão cursando diferentes etapas desde o 1º semestre ao 10º semestre, com turmas contendo números distintos de alunos.

Quadro 01 - Perguntas direcionadas aos acadêmicos de Biologia acerca do agronegócio

Classificação	Pergunta
01	Você mora ou já morou na zona rural?
02	Hoje você mora ou trabalha na zona urbana?
03	Você se considera parte integrante do agronegócio?
04	Você considera o agronegócio importante para você e sua família? Justifique
05	Como você avalia o avanço do agronegócio para a sociedade brasileira? Discorra brevemente.
06	Como você conceitua agronegócio?
07	Você considera que o agronegócio é um dos principais influenciadores do êxodo rural?
08	Você considera que o agronegócio traz prejuízos ao meio ambiente?
09	O que você pensa a respeito da luta sobre regularização agrária?
10	De acordo com sua opinião o governo deveria oferecer incentivos fiscais ao agronegócio?
11	Como você avalia a importância da agricultura familiar para a sociedade brasileira.
12	Como você avalia os impactos ambientais causados pelo agronegócio no estado de Mato Grosso?
13	Você avalia que em duas décadas o estado de Mato Grosso terá o mesmo potencial produtivo? Justifique sua resposta.
14	Você acredita que as ferramentas utilizadas pelo agronegócio visam a melhoria de produção e objetiva o lucro excluindo o cuidado com o meio ambiente? Justifique
15	Você compreende que o manejo agroflorestal é uma solução para erradicar os efeitos destrutivos causados pelos sistemas de produção do agronegócio? Discorra brevemente sobre esta temática.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Devido ao atual cenário pandêmico e o ensino ofertado de forma remota, o *link* do formulário eletrônico foi compartilhado pelo *WhatsApp*, no período de 16 de janeiro ao dia 22 de janeiro de 2022. Os participantes da pesquisa foram previamente convidados e informados dos objetivos e métodos a serem adotados, ficando a participação de caráter livre e voluntário, contudo foi disponibilizado no cabeçalho do formulário o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O estudo obteve 13 respostas de acadêmicos de biologia, sendo abordado a percepção dos estudantes frente ao avanço do agronegócio no estado de Mato Grosso. Ao término da análise do questionário foi realizada uma articulação entre os referenciais teóricos e os dados obtidos na pesquisa para evidenciar os saberes construídos sobre a situação ambiental do estado de Mato Grosso.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Faz-se muito necessário compreender o pensamento de estudantes de biologia com relação as temáticas do meio ambiente, sendo que, de certa forma, estão inseridos amplamente nas questões ambientais. Durante toda a graduação estão sendo preparados para formação de um profissional capaz de lidar com temáticas voltadas ao Meio Ambiente. É importante compreender as percepções e notar seu ponto de vista, já que são profissionais que estarão inteiramente ligados na proposta de modificar o mundo para melhor (DE SOUZA SANTOS, 2018).

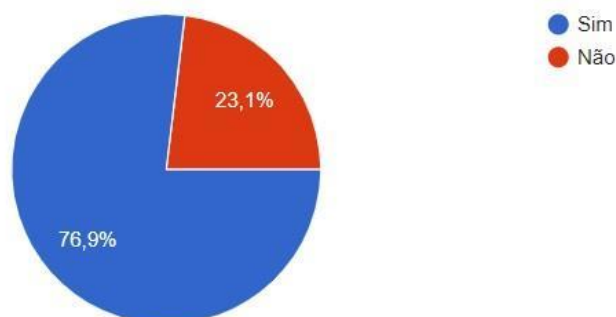
De acordo com o formulário, os respondentes são acadêmicos distribuídos entre o 1º e o 10º semestre do curso de biologia da UNEMAT, sendo todos moradores de Alta Floresta, já que este é um curso 100% presencial, porém são oriundos de diversas regiões do país, logo com visões diferentes em relação ao contexto ambiental.

Com base nos dados coletados da pesquisa, é importante apresentar o perfil da sua amostra como gênero e a idade, sendo 38,5% do sexo masculino e 61,5% do sexo feminino com faixa etária entre 18 ou mais de 45, sendo que 38,5% disseram ter entre 18 e 24 anos. 46,2% disseram que sua idade é entre 25 a 34 anos. 7,7% afirmaram ter entre 35 e 44 anos e 7,7% possuem 45 anos ou mais.

Se tratando de uma pesquisa que engloba em muitos aspectos o meio rural, se fez necessário conhecer onde moram os acadêmicos. Deste modo, quando perguntamos se já moravam ou ainda moram em zona rural, 84,6% responderam que sim e 15,4% responderam que não. Em contrapartida, 76,9% disseram que moram e trabalham em zona urbana e 23,1% disseram que não moram e nem trabalham em zona urbana.

Conforme as ideias de Carson (1982, p. 15), “a história da vida sobre a terra tem sido uma história de interação entre as coisas vivas e o seu meio ambiente”. A vida humana se baseou desde o princípio na construção e reorganização de uma hierarquia do homem com o meio natural, perpetuando entre espécies e ocasionando um avanço exponencial acerca dos recursos naturais. Considerando este pressuposto, é importante saber se os acadêmicos se consideram integrantes dos processos que compreendem o agronegócio no estado de Mato Grosso, visto que podem ser parte importante nas questões ambientais que causarão futuras reflexões dentro deste contexto. Dentre eles, 76,9% afirmaram que sim, são parte integrante do agronegócio e apenas 23,1% responderam que não são, assim como demonstrado no gráfico da figura 1.

Figura 1 - Você se considera parte integrante do agronegócio?



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Grande parte dos acadêmicos se consideram inseridos nos meios de produção do agronegócio, por consequência de existir algum familiar ou propriamente residirem no campo rural. No entanto, Canuto (2004), explana que de certa maneira quando o governo se apresenta a favor das práticas incompreensíveis do agronegócio ocorre uma aceitação maior diante da população, visto que a pesquisa possibilitou observar que em respostas posteriores, os acadêmicos evidenciam que a agricultura familiar é o que geralmente viabiliza o sustento de sua família.

Considerando a percepção dos acadêmicos acerca da importância da agricultura familiar para a sociedade brasileira, podemos notar que “A1: Seria uma das respostas para os problemas ambientais”. “A2: De grande importância, mas não é valorizado”. “A3: Importante e preciso, sabemos que grande parte dos detentores da mão de obra advinda da agricultura familiar é informal, com isso, valorizar suas atividades é tanto o quanto necessária uma vez que essa atividade perpetua sua fonte de renda, logo que o mercado de trabalho contemporâneo é competitivo e muitas das vezes formal. Portanto, consumir e fomentar a agricultura familiar traz novos ares de esperança para essa parcela de cidadãos”. “A4: Muito importante, pois os pequenos produtores rurais são os que sustentam a agricultura familiar”.

O agronegócio, como diz Cunha (2006); Elias, (2011); é exercido em grande maioria por produtores rurais de grande porte, usuários de máquinas agrícolas fortemente especializadas e pouca mão de obra. Assim, confrontando as ideias de que o agronegócio se faz presente na vida dos acadêmicos não podemos deixar de relembrar conforme referencial supracitado a influência capitalista desenvolvida por este meio de produção.

Assim, importando-se analisar se o agronegócio é benéfico para a família dos respondentes, exemplificamos os resultados, a partir dos seguintes trechos considerados através das justificativas da pergunta: “A1: O agro gera economia e oportunidade de trabalho”. “A2: O agro que manteve o Brasil nos trilhos durante a pandemia, o alimento que minha família coloca na mesa é graças ao Agro”. “A3: Para mim o agronegócio é o desenvolvimento e o progresso na região”. “A4: Em partes sim, uma vez que é passível de fonte de renda, sobretudo a agricultura familiar, no entanto não podemos descartar os impactos negativos da exploração”. Aqui vale uma ressalva, os investigados não se apropriaram do conceito de agronegócio, isso fica evidenciado em suas respostas quando os mesmos não distinguem agricultura familiar do agronegócio. Essa distorção gera equívocos de ordem conceitual, portanto influenciam no discernimento quanto ao julgamento. De acordo com Cardoso, Souza e Reis (2019) o discurso que o agronegócio é responsável por suprir a alimentação é equivocado, no entanto difundido intencionalmente pela grande mídia.

Vale ressaltar aqui outro questionamento interessante a ser abordado neste trabalho que é a avaliação dos acadêmicos frente aos avanços do agronegócio visando a sociedade brasileira.

Com as respostas obtivemos os seguintes dados descritos a seguir: “A1: Pelo lado positivo traz benefícios de desenvolvimento para as cidades, pontos negativos que esses desenvolvimentos não estão atrelados a uma aplicação sustentável tentando diminuir ao máximo os impactos no meio ambiente”. “A2: É o progresso que chegou”. “A3: É fato que o agronegócio avançou em larga escala suas atividades no Brasil, responsável por grande parte do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, tal avanço trouxe consigo o reflexo da preocupação com a vida ambiental, deixando rastros desastrosos para com a natureza. Dessa maneira, é importante avançar, porém, com consciência e visando o futuro, sabemos que é necessário, mediante dispositivo legal, ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado, também, essencial à qualidade de vida, para uso das presentes e futuras gerações”. “A4: Acredito que será bom para a cidade e também culturalmente, pois somos grandes produtores dessa monocultura chamada soja”.

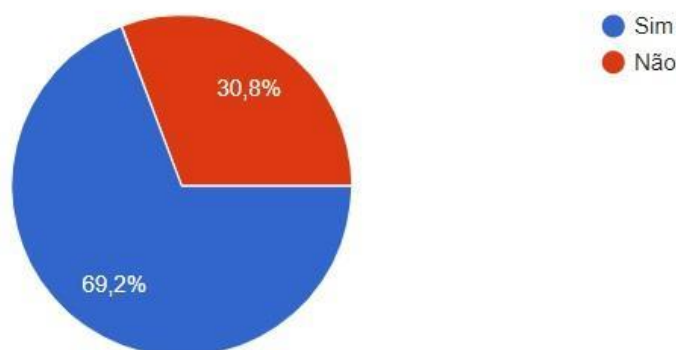
O aumento da procura de áreas e o crescimento desenfreado do agronegócio na região norte do Mato Grosso, possibilitou um forte desenvolvimento econômico (FEARNSSIDE, 2001). No entanto, conforme evidenciado acima os acadêmicos não evitam de mencionar os problemas ambientais advindos desta ampliação, possibilitando perceber que os olhares estão atentos e reflexivos aos grandes prejuízos da degradação sustentável. Dentro deste viés, a respeito do conceito dos alunos sobre o termo agronegócio, destacamos principalmente as palavras: capitalista, essencial, necessário, progresso e moeda do futuro, benéfico e cadeia produtiva. As respostas coadunam com o que nos diz Bauman (2001) quanto à permissividade em relação à degradação ambiental diante da justificativa do capitalismo, sustentada pela engrenagem do consumismo estimulado pela mídia.

Gonçalves (2003), aborda que o agronegócio aumentou o interesse por áreas para plantio. No entanto, se esquivou de solucionar problemas decorrentes das indagações da reforma agrária. Neste sentido, acerca da luta sobre a regularização agrária, a partir das seguintes frases os acadêmicos consideram que: “A1: O Estado deveria se voltar mais para essa questão, a posse indevida em propriedades particulares, mesmo que seja para desenvolvimento da mão de obra agrária não é benéfica aos olhos do proprietário do imóvel, tendo em vista que são barreiras políticas advindas do poder público com o objetivo de sanar ou ampliar de forma democrática a regularização de terras públicas que se encontram em desuso”. “A2: Uma grande luta de muitos anos e que merece atenção de todos”. “A3: Muito importante”. “A4: Deve ter regularização, diante da ocorrência de desmatamentos”.

As dificuldades impostas pela falta de adequação da reforma agrária causaram ao longo do tempo alguns transtornos entre os principais interessados nos incentivos fiscais. Visto que muito se tem avançado na produção, contingência e cumprimento da demanda, no entanto, pouco se tem efetivado leis e políticas públicas, a fim de amparar a agricultura familiar e os interessados na reforma agrária (ANTONIAZZI, 2018).

A falta da capacidade de ampliar o acesso igualitário de um sistema de produção para todos, ocasionou desde a expansão da Revolução Industrial, um período marcado por evasão rural (FISCHER *et al.*, 2015). Considerando o agronegócio como sendo um dos principais influenciadores do êxodo rural, 69,2% dos respondentes afirmaram que há uma grande influência, enquanto 30,8% abordou que essa influência não ocorre, os dados serão apresentados no gráfico da Figura 2.

Figura 2 - Você considera que o agronegócio é um dos principais influenciadores do êxodo rural?

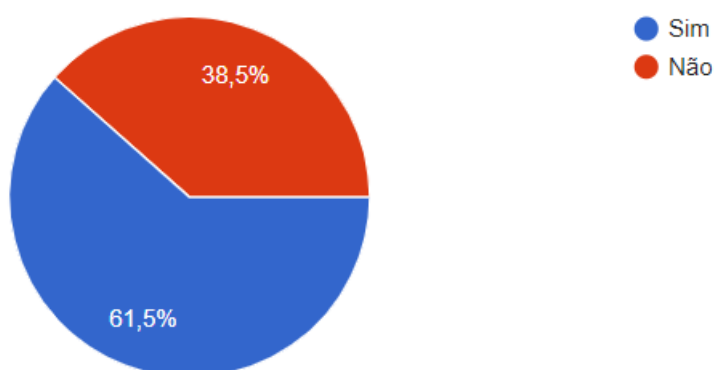


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os dados apresentados no gráfico revelam que a maioria dos investigados reconhecem os efeitos do agronegócio frente ao êxodo rural, um movimento que leva os camponeses a buscar sobrevivência nos grandes centros urbanos, onde ele tem menor possibilidade de sobreviver uma vez que não tem formação voltada às exigências do mercado de trabalho com aponta Fischer *et al.*, (2015).

Em seguida os participantes foram indagados a respeito do agronegócio apresentar prejuízos ao meio natural. 61,5% dos acadêmicos disseram que traz efeitos negativos ao meio natural, enquanto 38,5% considera que não ocorre nenhum prejuízo, como demonstra o gráfico da figura 03.

Figura 3 - Você considera que o agronegócio traz prejuízos ao meio ambiente?



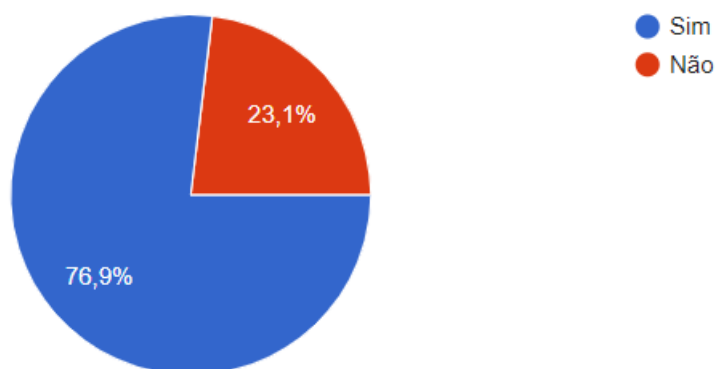
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Tais considerações, coadunam com as palavras do Ministério do Meio Ambiente (2021) que afirmam que a redução dos recursos naturais resultantes de sua excessiva utilização, acomete a sustentabilidade. Sendo que neste contexto, as próximas gerações podem usufruir de um meio ambiente de forma racionada, devido a falta de recursos para suprir a necessidade da população como tivemos um dia. Aqui ressaltamos a importância de se articular saberes

voltados à sustentabilidade na graduação, uma vez que um número considerável diz não reconhecer os efeitos danosos ao agronegócio ao Meio Ambiente.

Entretanto, os acadêmicos e futuros profissionais defensores do meio ambiente, consideram que o governo deveria oferecer incentivos fiscais para os sistemas de produção do agronegócio. Através dos dados, 76,9% concordam que o governo deveria oferecer e 23,1% acredita que não deveria, conforme o gráfico da figura 4.

Figura 4 - De acordo com sua opinião, o governo deveria oferecer incentivos fiscais ao agronegócio?



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Quando questionamos aos futuros biólogos sobre sua avaliação acerca dos impactos ambientais causados pelo agronegócio no estado de Mato Grosso acredita-se diante das respostas que essa é uma reflexão bastante válida, porém falta a busca sensata e assídua de soluções para remediar os efeitos colaterais. Adequações necessárias para remediar os efeitos colaterais do agronegócio, que como mencionado anteriormente, podem se tornar irreversíveis (GOMES, 2019).

De acordo com o conhecimento e avaliação dos acadêmicos a respeito dos impactos ambientais causados pelo agronegócio no estado de Mato Grosso, obtivemos as seguintes respostas: “A1: Causador de grandes impactos, como grandes áreas desmatadas e queimadas ilegais”. “A2: Demasiadamente expressivo, é de cunho notório que o Mato Grosso é o estado da federação que mais explora o meio ambiente seja no pastejo da pecuária, seja no uso desenfreado dos solos em virtude da agropecuária. Mediante a isso, o cenário negativo dessas ações revela um meio ambiente que necessita de ações de recuperação do poder público, uma vez que o meio ambiente é de uso comum da população, (artigo 225 C/F 88) gerar lucro com meio ambiente é importante, mas, recuperar e garantir proteção é fundamental para as futuras gerações”. “A3: Alto, pelo fato de que em Mato Grosso existem grandes plantios de soja”. “A4: Tem os dois lados da balança, no momento está em equilíbrio”.

Conforme Gomes (2019), “o custo ambiental gerado pelo agronegócio não é computado na sua produção e, em longo prazo, poderemos ter perdas ambientais irremediáveis”. É bem comum vermos demasiadamente o tratamento de um agronegócio que se tornou a chave para o sucesso. O CNA Brasil (2021) concretizou recentemente um documento que respalda assertivamente de que o “O Futuro é Agro – 2018 a 2030” que elaborou um mapa que se dispõe a elevar em 33% a produção da agricultura até meados de 2030.

Deste modo, fez-se necessário indagar aos alunos sobre sua avaliação com relação aos avanços futuros. Considerando um salto de duas décadas, incentivamos os acadêmicos a refletir se o agronegócio terá o mesmo potencial produtivo do que nos dias atuais. Neste sentido,



responderam:” *A1: Não, pois haverá esgotamento da terra*”. *“A2: Não, será muito maior a produção, pois os mesmos investem em tecnologia e não é pouco”*. *“A3: Está tramitando no congresso nacional uma lei que amplia novas formas no licenciamento ambiental, se tal licenciamento for aprovado, parte da Amazônia será desflorestada ao equivalente do tamanho do Estado do Paraná até 2050, isso segundo pesquisa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Trazendo essa visão para o cenário agrícola de Mato Grosso, evidencia o que a pesquisa aponta, o Estado que mais derruba árvores em favor do plantio de grãos e que mais usa água para a produção de animais, com certeza, não terá o mesmo potencial produtivo no futuro, uma vez que os recursos da natureza que são extraídos, muitas das vezes não é repostos, o que pode ser um forte entrave para o desenvolvimento da vida ambiental”*. *“A4: Acredito que sim, somos grandes produtores e bateremos recordes na produção de soja, nossa região é rica e tem um clima que favorece muito”*”.

As respostas apontam que há uma preocupação por parte de alguns em relação a degradação ambiental do estado, no entanto prevalece o discurso que a exploração ambiental contribui para o progresso do estado. A preocupação trazida por Gomes (2019) alerta sobre o uso excessivo do meio ambiente se tratando de um custo muito alto de produção, busca fazer uma reflexão acerca de um colapso dos recursos naturais. Uma tecnologia de grande porte como o agronegócio possui a necessidade de uma gestão amplamente qualificada para aparar todas as pontas soltas. São necessárias ferramentas que visem a produção e elevação econômica sem deixar de considerar o meio ambiente e o termo desenvolvimento sustentável.

Assim, perguntamos aos acadêmicos se as ferramentas utilizadas pelo agronegócio visam a melhoria de produção e objetiva o lucro excluindo o cuidado com o meio ambiente. De acordo com *“A1: Sim, a economia circulante, para os detentores do celeiro agrícola muita das vezes é mais importante do que a proteção do meio ambiente. As ferramentas usadas como instrumento de trabalho agrícola afetam a natureza, contribuindo para a degradação de muitos recursos naturais (solo, nascentes de água e clima”*. *“A2: Muito veneno e também o aumento da desigualdade e a destruição de grandes áreas de florestas e nascentes de rios, além de uma grande quantidade de doenças”*. *“A3: Sim, até porque quando envolve lucros as pessoas esquecem que existem um meio ambiente que precisa de cuidados”*”.

Floriano (2004, p. 05), diz que *“Há algumas décadas que nos preocupamos com o resultado de nossas ações sobre a biosfera... os recursos do Planeta têm limites e que, embora a natureza possua um grande potencial de autodepuração, isso também é limitado”*. Outrora, existem outros meios e estruturas a fim de tornar os sistemas de produção menos agressivos ao meio ambiente. A fim de exemplificar, uma dessas alternativas, podemos citar os sistemas de manejo agroflorestal.

Por fim, analisamos a perspectiva dos acadêmicos com relação ao manejo agroflorestal como solução para erradicar os efeitos destrutivos causados pelos sistemas de produção do agronegócio. De acordo com os resultados da pesquisa: *“A1: Sim, pois potencializa a produção e ao mesmo tempo faz um rodízio de cultura, e através da integração Lavoura Pecuária e Floresta todos ganham”*. *“A2: Sim, no entanto, pouco usado e pouco incentivado o referido manejo. Em comparação com o agronegócio, colocam os recursos ambientais em primeiro plano, destacando o valor da vida silvestre. Mais ações do poder público seriam uma alternativa de ampliação para que esse manejo chegasse de forma democrática a todos os indivíduos da população”*. *“A3: Acho que é algo que possa diminuir os impactos, mas não que será a solução”*. *“A4: Acredito que não, até porque os efeitos já foram causados, o correto é as pessoas terem a consciência da consequência que pode causar”*”.

Considerando este pressuposto, o *“manejo eficiente dos recursos disponíveis para satisfazer às crescentes aspirações de uma também crescente população, mantendo ou melhorando a qualidade do ambiente e conservando os recursos naturais”* (PATERNIANI, 2001). Assim, pensa-se em maneiras de erradicar os desastres, degradações e impactos

ambientais, analisando acerca de uma agricultura que seja mais sustentável e com menor potencial ofensivo. Tanto para a saúde humana, quanto para o meio ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo evidenciou que vivemos um momento desafiador no que tange os problemas de ordem ambiental no contexto mundial, no entanto esses problemas cada vez mais se aproximam de nossa realidade. Há décadas o estado de Mato Grosso vivencia a destruição dos recursos ambientais devido ao avanço das fronteiras agrícolas.

Frente a isso, esse estudo nos revela que os estudantes de biologia encontram-se desafiados diante da situação que se apresenta e a pergunta que fica é: como superar as contradições e qual o alcance de propostas alternativas no cenário local?

A fim de buscar caminhos para atitudes voltadas à sustentabilidade propomos a promoção de ações voltadas à comunidade a fim de encarar esse debate na busca de soluções, para isso apontamos a importância de dar sequência a estudos dessa natureza.

Vale ressaltar que o número da amostra correspondente nesta pesquisa, aponta a necessidade de se aprofundar mais o assunto. Este trabalho poderá servir de elemento teórico fundamental para auxiliar pesquisas futuras, a fim de coletar números maiores de respostas e alcançar um público diverso. É importante refletir que sua aplicação em demais cursos que tenham a questão ambiental abrangente na grande curricular possibilitará um entendimento maior dos conceitos de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

BAUMAN, Zygmunt. **Vida Para Consumo: A Transformação das Pessoas em Mercadoria**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Tradução Plínio Dentzein. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BAUMAN, Zygmunt. Entrevista com Zygmunt Bauman. **Revista Tempo Social**. São Paulo, vol.16, n.1. p.25- 32. jun. 2004.

BAUMAN, Zygmunt. **Sobre educação e juventude**: conversas com Ricardo Mazzeo. Tradução Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira**. 2021. Portal do Governo Brasileiro. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html> . Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

BONZI, Ramón Stock. **Meio século de Primavera silenciosa**: um livro que mudou o mundo. Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 28, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/31007/21665> . Acesso em 17, jan,2022.

CANUTO, Antônio. **Agronegócio**: a modernização conservadora que gera exclusão pela produtividade. Revista Nera, ano 7, n. 5., ago./dez. 2004. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1466>. Acesso em 16, jan, 2022.

CARDOSO, Sidnei Ribeiro Cardoso, Souza, Raimunda A D. REIS, Leandro C. **O AGRO É TECH, É POP, É TUDO: O (DES) VELAR DESSA REALIDADE.** Geosul, Florianópolis, v. 34, n. 71- Dossiê Agronegócios no Brasil, p. 836-857, Abril. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n71p836>.

Acesso em: 16.dez.2021.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. Disponível em: [https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/primavera\\_silenciosa\\_-\\_rachel\\_carson\\_-\\_pt.pdf](https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/primavera_silenciosa_-_rachel_carson_-_pt.pdf) acesso em: 16, jan,2022.

CARSON, R. **Primavera silenciosa.** São Paulo: Melhoramentos, 1982.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, jan./jun. 2006.

O FUTURO É AGRO – 2018 A 2030. **AENDA - Associação Brasileira de Defensivos Pós-Patente**, [ca. 2018]. Disponível em: [https://www.aenda.org.br/noticia\\_imprensa/o-futuro-e-agro-2018-a-2030/](https://www.aenda.org.br/noticia_imprensa/o-futuro-e-agro-2018-a-2030/) . Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

DE SOUSA SANTOS, Boaventura. **Construindo as Epistemologias do Sul: Antologia Essencial.** Volume I: Para um pensamento alternativo de alternativas / Boaventura de Sousa Santos; compilado por *Maria Paula Meneses... [et al.]*. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO, 2018. Disponível em: [http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/Antologia\\_Boaventura\\_PT1.pdf](http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/Antologia_Boaventura_PT1.pdf). Acesso em 17.jan.2022.

ELIAS, D. Agronegócio e novas regionalizações no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais** (ANPUR), v.13, n.2, p. 153-167, 2011.

FISCHER, Augusto; MARINI, Daniela; FILIPPIM, Eliane Salete. **Perspectivas de Agricultores Familiares para a Permanência na Atividade Rural.** *Espacios*. Vol. 37 (Nº 07) Ano 2016. Pág. 10. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n07/16370710.html>. Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

FLORIANO, Eduardo Pagel. **Planejamento Ambiental.** Caderno Didático, nº 6, v.1, 54 p. Santa Rosa, 2004.

GOMES, C. S. (2019). **Impactos da Expansão do Agronegócio Brasileiro na Conservação dos Recursos Naturais.** Cadernos Do Leste, 19(19). <https://doi.org/10.29327/248949.19.19-4>

GONÇALVES, Márcia Cristina Verdego *et al.* **O agronegócio e os povos indígenas no Mato Grosso.** Anais do Encontro Internacional e Nacional de Política Social, v. 1, n. 1, 2016. disponível em: <https://periodicos.ufes.br/einps/article/view/12920>. Acesso em 15, jan, 2022.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna.** 2. ed. São Paulo: LOYOLA, 1993. Disponível em: [https://www.academia.edu/31738097/David\\_Harvey\\_A\\_condi%C3%A7%C3%A3o\\_p%C3%B3s\\_moderna\\_Livro\\_COMPLETO](https://www.academia.edu/31738097/David_Harvey_A_condi%C3%A7%C3%A3o_p%C3%B3s_moderna_Livro_COMPLETO) . Acesso em: 01.jan. 2022.

JACOBI, Pedro. *Meio ambiente e sustentabilidade*. Cepam–Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal, p. 175-183, 1999. Disponível em: <http://michelonengenharia.com.br/downloads/Sutentabilidade.pdf>. Acesso em 19 jan, 2022.

NETO, Caitano. **A fome no Brasil é um problema antigo que está cada vez mais presente**. 2020. EcoDebate. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/10/06/a-fome-no-brasil-e-um-problema-antigo-que-esta-cada-vez-mais-presente/>. Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

PATERNIANI, Ernesto. **Agricultura sustentável nos trópicos**. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n43/v15n43a23.pdf>. Acesso em: 22 de jan. 2022.

RUFINO, Bianca, CRISPIM, Cristina. **BREVE RESGATE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO MUNDO**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS – 23 a 26/11/2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VII-069.pdf>. Acesso em: 18.dez.2021

SOFFER, Olga; ADOVASIO, James M.; PAGE, Jake. **O sexo invisível: o verdadeiro papel das mulheres na Pré-História**. Rio de Janeiro: Record, 2009.


Capítulo 17

## **REVISÃO SISTEMÁTICA E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE O TEMA PERMACULTURA NA PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO**


**Licia Mayer, Kayan Araújo, Verônica Donoso**

**Resumo:** este artigo objetiva compreender o panorama científico brasileiro no que se refere a produção acadêmica acerca da “permacultura” em programas de pós-graduação em arquitetura, urbanismo e paisagismo. Com base nisso, aplica-se uma revisão sistemática e bibliométrica sobre o tema a partir da elaboração de um protocolo de busca para coleta de dados e um protocolo de análise por meio da bibliometria. As informações coletadas foram analisadas por meio da formação de matrizes de dados que permitiram o cruzamento das informações extraídas com a pesquisa. Os seis resultados obtidos contribuíram na identificação de lacunas de conhecimento sobre o tema que podem direcionar pesquisas pertinentes em conjunto a programas de pós-graduação em arquitetura, urbanismo e paisagismo sobre práticas permaculturais no Brasil.

**Palavras-chave:** Permacultura. Revisão sistemática. Análise bibliométrica.

L. Q. Mayer (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.  
e-mail: liciaquoosm@gmail.com

K. F. de Araújo (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.

V. G. Donoso (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho integra a dissertação intitulada “A permacultura como desenho consciente da paisagem: estudos de caso no Rio Grande do Sul”, em desenvolvimento pelo Programa de Pós-Graduação (PPG) em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria. O objetivo geral da pesquisa de mestrado versa sobre a investigação de práticas permaculturais em relação a sua reprodução e funcionamento a partir da análise de estudos de casos em cidades interioranas do Rio Grande do Sul.

Nesse sentido, este artigo propõe apresentar resultados de pesquisa sistemática e análise bibliométrica realizadas para compreensão do panorama da permacultura no contexto da produção científica no Brasil dentro dos programas de pós-graduação de arquitetura, urbanismo e paisagismo com a finalidade de identificar possíveis lacunas de conhecimento correlatas ao tema.

O termo sustentável obteve sua evolução por meio de congressos, conferências e relatórios. Este foi sendo adaptado por meio de novos conceitos e técnicas de baixo impacto ambiental (CARRACA, 2017). Observa-se a problemática tratada neste artigo no cenário atual acerca da falta, em um planejamento, de um olhar sistêmico e integrativo para o todo e da necessidade de criação de hábitos e organizações da sociedade de forma holística e ética, que respeite as diversidades biológicas e culturais. Assim, por meio da permacultura geram-se novos padrões para concepção de espaços habitados, métodos de produção, gestão e educação, e outros princípios que possibilitam a transformação da paisagem.

Embasado nisso, gera-se a questão de pesquisa: qual a situação atual de conhecimento científico, acerca da temática da Permacultura, desenvolvido nos programas de pós-graduações da área da arquitetura e urbanismo no Brasil? Visto a relevância do tema para o território abordado, uma vez que práticas permaculturais são frequentes e influenciam o modo de viver, principalmente em áreas distantes dos centros urbanos. A relação com a sustentabilidade é outro fator que agrega valor a tais práticas, de forma a provocar estudos que contribuam no incentivo e suporte às comunidades praticantes no Rio Grande do Sul.

Em linhas gerais, o conceito de permacultura foi delineado na década de 1970 a partir de estudos conduzidos por Bill Mollison e David Holmgren, provocados pela crise ambiental desencadeada em parte pela sociedade moderna (HOLMGREN, 2013). Conforme Holmgren (2013), compreende-se como permacultura o planejamento da paisagem em consonância aos padrões naturais, ao mesmo tempo que estabelece uma produção sustentável na medida das necessidades locais.

Em soma a isso, entende-se que “as pessoas, suas construções e os modos como elas se organizam são centrais para a permacultura. Assim, a concepção de permacultura como agricultura permanente (sustentável) evoluiu para uma de cultura permanente (sustentável)”(HOLMGREN, 2013, p. 33). Ainda nos dias de hoje, o tema permanece contemporâneo e sofre um processo evolutivo constante iniciado a partir da discussão promovida pela obra “*permaculture one*”, produzida por Bill Mollison e David Holmgren em 1978.

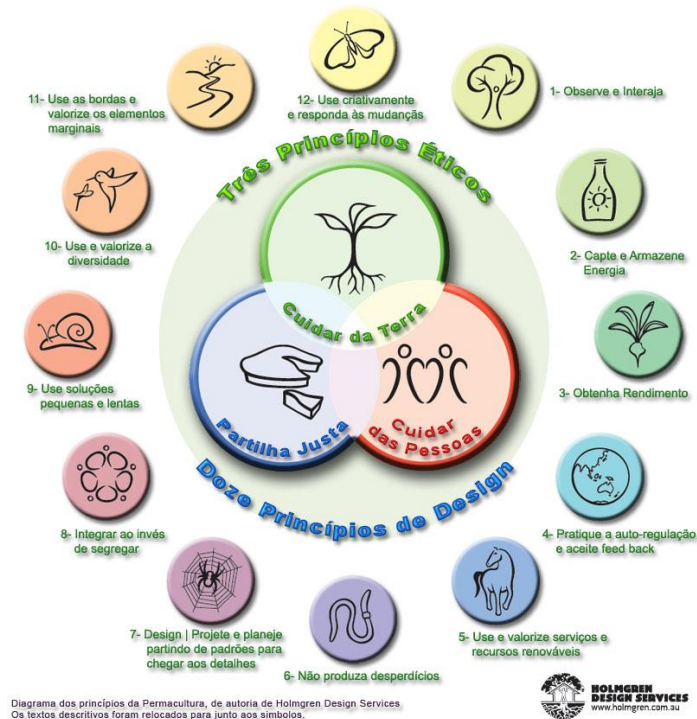
A permacultura também reflete a contínua evolução dos nossos sistemas de conhecimento, atualmente desafiados por pós-modernistas e pós-estruturalistas, feministas e ecofeministas, ecologistas sociais, ecologistas profundos e ecopsicólogos, além daqueles interessados em holismo, senso de lugar, sustentabilidade, comunalismo, espiritualidade e sistemas primitivos de conhecimento (HOLMGREN, 2013, p. 14).

A mesma é conformada por três princípios éticos: cuidar da terra; cuidar das pessoas; e partilha justa. O **cuidado com a Terra** “significa o cuidado com todas as coisas, vivas ou não: florestas, micro-habitats, animais e águas.” (MOLLISON, 1998, p.15) O **cuidado com as pessoas** já vem com o cuidado com a Terra, este é importante “porque mesmo que as pessoas sejam apenas uma pequena parte da totalidade dos sistemas vivos do mundo, nós causamos um impacto decisivo neste” (MOLLISON, 1998, p. 15). E a **partilha justa** contempla a:

Contribuição do excedente de tempo, dinheiro e energia para alcançar os objetivos de cuidado com a Terra e cuidado com as pessoas. Isto significa que, após tenhamos suprido nossas necessidades básicas e projetado nossos sistemas da melhor forma possível, poderemos expandir nossas influências e energias para auxiliar outros no alcance desses objetivos (MOLLISON, 1998, p. 15).

Holmgren em seu livro “Permacultura: Princípios e Caminhos Além da Sustentabilidade”, publicado no ano de 2002 e traduzido no Brasil em 2013, organizou os doze princípios de planejamento da permacultura: 1. observe e interaja; 2. Capte e armazene energia; 3. Obtenha rendimento; 4. Pratique a auto regulação e aceite *feedback*; 5. Use e valorize os serviços e recursos renováveis; 6. Não produza desperdícios; 7. Design partindo de padrões para chegar aos detalhes; 8. Integrar ao invés de segregar; 9. Use soluções pequenas e lentas; 10. Use e valorize a diversidade; 11. Use as bordas e valorize os elementos marginais; 12. Use criativamente e responda às mudanças. Tanto as éticas como os princípios estão inseridos na Figura 1. Estes também estão entrelaçados com os princípios éticos e domínios da flor da permacultura.

Figura 1 – Os princípios éticos e de *design*.



Fonte: Holmgren DesignServices.(201-?).

A flor da permacultura apresenta em suas pétalas sete domínios com elementos que podem ser inseridos em um *design* permacultural. Todos esses, ao se realizar o planejamento, da paisagem conectam-se pela espiral que percorre desde os princípios até os domínios da flor. Estes são: o manejo da terra e da natureza; ambiente construído; ferramentas e tecnologias; educação e cultura; saúde e bem-estar espiritual; economia e finanças; posse da terra e governo comunitário. Estes podem ser observados na Figura 2.

Figura2 –A flor da permacultura e seus sete domínios.



Fonte: Imagem adaptada por Juriciardi (2008).

Por ser um tema complexo e que vai ao encontro da área da arquitetura e urbanismo, nasce a curiosidade e a necessidade do entendimento sobre a investigação acerca da permacultura dentro das pós-graduações da área. Por isso, essa investigação torna-se pertinente para o incentivo à realização de novos estudos e entendimento do funcionamento de locais que praticam, para a possibilidade de reprodução no planejamento sustentável de outros espaços.

## METODOLOGIA

Para a realização do trabalho foram utilizadas a pesquisa sistemática e análise bibliométrica dos dados. A primeira, conforme Sampaio e Mancini (2007), é uma forma de investigação sobre um determinado tema em uma fonte de dados e são úteis para integrar informações de um conjunto de estudos, e também na identificação de temas que necessitam de evidência, auxiliando na orientação para futuras pesquisas.



Para o desenvolvimento dessa etapa ocorreu a definição do protocolo de busca com o recorte temporal; definição das bases de busca; triagem de seleção de teses e dissertações a serem analisadas. Relativo à análise dos dados de Silva, Hayashi e Hayashi (2011), afirma-se que:

O princípio da bibliometria constitui em analisar a atividade científica ou técnica pelos estudos quantitativos das publicações. Ou seja, os dados quantitativos são calculados a partir de contagens estatísticas de publicações ou de elementos que reúnem uma série de técnicas estatísticas, buscando quantificar os processos de comunicação escrita (SILVA; HAYASHI; HAYASHI, 2011, p.113).

A investigação, que tem como base os trabalhos selecionados a partir de critérios determinados pelo autor, resultou na extração e na produção de uma matriz de dados analíticos. A partir disso, foi possível monitorar a produção científica acerca do tema permacultura e ter uma primeira impressão sobre a questão de pesquisa tratada neste trabalho.

Ressalta-se que, apesar da pesquisa realizada, os resultados foram utilizados para compreender o panorama e direcionar o estudos sobre permacultura ao recorte temático tratado na dissertação. Portanto, para este artigo, são objeto de discussão sobre o tema no contexto brasileiro científico e de orientação às pesquisas futuras sobre a temática.

## **PESQUISA SISTEMÁTICA E REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

Em um primeiro momento realizou-se uma pesquisa exploratória usando os termos “permacultura” e “paisagem”, associados ou não, para a identificação e compreensão do panorama geral de pesquisas relacionadas à estas. A busca ocorreu na plataforma Google Acadêmico sem definição do idioma e do recorte temporal. Os resultados podem ser identificados no Quadro 1:

Quadro 1 – Resultados da pesquisa exploratória feita nas plataformas Google Acadêmico e no Portal de Periódicos da Capes.

<b>PLATAFORMA</b>	<b>PALAVRAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
GOOGLE ACADÊMICO	Permaculture	22.700
	Permaculture E Landscape	11.700
	Permacultura	9.000
	Permacultura E Paisagem	2.300
PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES	Permaculture	2.321
	Permaculture E Landscape	638
	Permacultura	105
	Permacultura E Paisagem	10

Fonte: elaborado pelos autores.

Por meio da análise do quadro observou-se que na plataforma “Portal de Periódicos da Capes” os resultados obtidos foram menores. Ao utilizar a palavra “permacultura”, isolada ou associada à palavra “paisagem”, em português, os trabalhos produzidos diminuem consideravelmente. Já na plataforma Google Acadêmico, os temas possuem uma ampla quantidade de publicações.

Essa análise contribuiu para a definição da palavra a ser utilizada na pesquisa exploratória. Optou-se por utilizar a palavra “permacultura” sem estar associada a outras

palavras-chave, para executar o diagnóstico da produção acadêmica dentro dos programas de pós-graduação de arquitetura, urbanismo e paisagismo do país. O próximo passo foi então a realização do protocolo de busca da pesquisa sistemática. O protocolo compreende o recorte temporal; definição das bases de dados; e triagem. Já o protocolo de análise da pesquisa bibliométrica contempla a extração e análise dos dados dos trabalhos selecionados.

### Recorte temporal

Não foram definidas datas exatas de publicações para entender o cenário e mapear as teses e dissertações desenvolvidas desde a inserção da permacultura no país, que ocorreu na década de 1990. Borges (2018) afirma que a permacultura foi inserida no Brasil no ano de 1992 com a vinda de Bill Mollison para Porto Alegre. Nesse momento houve o primeiro PDC (*permaculture design course*) no país. Em 1992 também ocorreu a ECO-92 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), tendo como produto Agenda 21, documento assinado por 170 países, em que reúne formulações e diretrizes para o desenvolvimento sustentável (ACSELRAS; MELLO; BEZERRA, 2006).

### Definição da base de dados

As bases de dados selecionadas foram: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); e o Catálogo de Teses e Dissertações (CTD). Estas foram eleitas para restringir apenas às produções acadêmicas resultantes dos programas de pós-graduação.

### Triagem

Esta se deu por meio da exclusão de outros programas de pós-graduação que não fossem de arquitetura, urbanismo e paisagismo. O quadro abaixo traz os resultados conseguidos.

Quadro 2 – Resultados obtidos nas bases de pesquisa.

“PERMACULTURA”	BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES	CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES	TOTAL
Busca	90	85	175
Resumo	90	-	90
Assunto	40	-	40
Título	25	-	25
Grande área de conhecimento (ciências sociais aplicadas)	3	13	16
Área de avaliação / programa (arquitetura e urbanismo)	3	8	11
Disponibilidade	3	6	9
Produções duplicadas	3		3
Aptos à leitura	6		6

Fonte: elaborado pelos autores.

Os trabalhos encontrados para análise foram seis. O protocolo de análise, a bibliometria, se deu por meio da execução de um quadro com as informações levantadas(Quadro 03), apresentadas na próxima seção.

### Extração de dados

Esta ocorreu por meio dos seguintes aspectos: tipo de pesquisa, titulação, sendo de mestrado ou doutorado; a origem das pesquisas quanto às bases (C.T.D E B.D.B.T.D.); o ano de publicação para realizar uma linha do tempo e entender o cenário e se há sazonalidade nas publicações; título; autor; as universidades contribuirão para mapear as regiões dos estudos; programas de pós graduação e linhas de pesquisa; palavras-chave para verificar se a permacultura encontra-se entre elas; objetivo de pesquisa; metodologias e métodos para identificar a condução de cada pesquisador e verificar a possibilidade de distintas aplicações.

Quadro 3 –Resultados da análise das teses e dissertações encontradas.

TIPO/ORIGEM/ANO	TÍTULO / AUTOR	INSTITUIÇÃO E PPG	PALAVRAS-CHAVE	OBJETIVO GERAL	METODOLOGIA
Dissertação/CTD/2008	Permacultura e desenvolvimento urbano: diretrizes e ações para a sustentabilidade socioambiental em loteamento de interesse social / Bruna Rosa de Barros.	Universidade Federal de Alagoas / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Mestrado em dinâmicas do espaço habitado.	Permacultura, Planejamento Ambiental, Diretrizes Socioambientais, sustentabilidade, Loteamento de interesse social.	Investigar formas alternativas de promoção do desenvolvimento urbano, utilizando princípios da permacultura aplicados ao planejamento e ao projeto de loteamento de interesse social.	Qualitativa; Aplicada; Exploratória; Bibliográfica; / Revisão de literatura; Geração de diretrizes; Geração de ações; Matriz relacional entre diretrizes e princípios da permacultura.
Tese/CTD & BDBTD/2014	Diretrizes para o desenvolvimento de ecovilas urbanas / Flávio Januário José.	Universidade de São Paulo / Instituto de Arquitetura e Urbanismo - Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo.	Ecovila, Sustentabilidade, Diretrizes, Urbano, <i>Dragon Dreaming</i> , Permacultura, Avaliação de Ciclo Fechado, Coletivo, Colaborativo.	Difundir, incentivar e facilitar a implantação de sistemas sustentáveis em áreas urbanas a partir do planejamento, realização e ocupação de novos assentamentos humanos – ou adequação daqueles existentes.	Qualitativa; Aplicada; Exploratória; Bibliográfica / Revisão de literatura de diferentes abordagens; Aplicação de teste piloto em estudo de caso; Aplicação da pesquisa; Geração de diretrizes.
Dissertação/CTD & BDBTD/2008	Conceitos e técnicas para assentamentos humanos na perspectiva da sustentabilidade / Flávia Blaia D'ávila.	Pontifícia Universidade Católica de Campinas / Mestrado em Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.	Habitação e meio ambiente, planejamento e gestão do território, sustentabilidade, gestão e manejo de águas pluviais, engenharia	Contextualizar a relação existente entre urbanização e meio ambiente, fazer um retrospecto histórico e alertar sobre a urgência de mudanças sobre estas	Exploratória; Bibliográfica / Revisão de literatura acerca de diferentes temáticas exploradas na pesquisa.

			naturalística, permacultura, bacias hidrográficas, conflitos socioambientais e fronteiras rural urbana.	demonstrações, lembrando que a velocidade do discurso teórico é muito menor que a velocidade dos acontecimentos sistêmicos da sociedade.	
Dissertação/CTD/2018	Hortas urbanas - a relação entre natureza e cidade - O caso da horta do pacuca - Florianópolis/SC /Júlia Teixeira LahmDametto.	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC / Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo.	Agricultura urbana, Campeche, Hortas Urbanas, Natureza na cidade.	Compreender de que maneira a implantação de hortas urbanas pode transformar o local onde estas se inserem, tanto modificando a dinâmica social de um bairro, da vida das pessoas que participam direta e indiretamente do movimento e como contribuem para a integração da natureza na cidade, articulando suas dinâmicas ambientais, sociais e econômicas.	Exploratória; Bibliográfica; Pesquisa-ação; Estudo de caso. / Entrevistas presenciais; Participação ativa; Questionários.
Dissertação/CTD & BDBTD/2016	Agricultura urbana como fixo da Rede Técnica ambiental /Natália da Silva Lemos.	Universidade Estadual de Campinas / Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade - Faculdade de Engenharia civil, Arquitetura e urbanismo.	Desenho urbano. Agricultura urbana. Rede técnica. Parâmetros de desenho urbano. Padrão agricultura urbana.	Discutir as possibilidades práticas de inclusão da agricultura nos processos urbanos por meio do desenho urbano.	Exploratória; Bibliográfica; Geração de diversos artigos para a pesquisa através da análise de diferentes temas; Geração de parâmetros cruzando temas abordados para a geração de resultados e análises.
Dissertação/CTD/2017	Vivências de bioconstrução: um caminho para a leitura da paisagem /Eliane Katayama Pricoli Amaro.	Universidade Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo.	Vivência de bioconstrução, leitura da paisagem, pesquisa-ação participativa, discurso do sujeito coletivo, permacultura.	Pesquisar, estudar e descrever as vivências de bioconstrução, obtendo a leitura da paisagem do sujeito coletivo de seus participantes; e, como hipótese, a presença de reflexão e conscientização	Exploratória; Participante; Bibliográfica; Pesquisa-ação. Estudo de caso. / Entrevistas; Participação em reuniões e seminários com os usuários e coordenadores dos espaços. Participação em vivências.

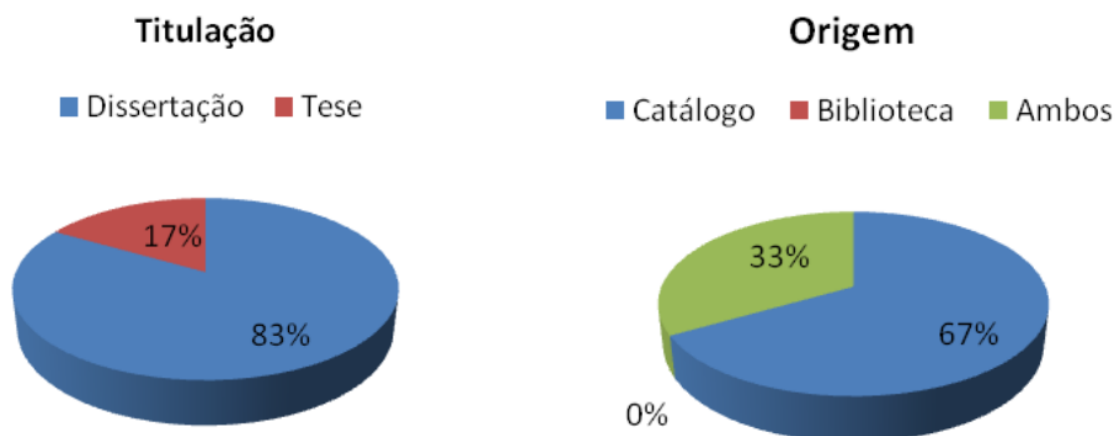
				sobre questões ambientais e coletivas a partir das ações realizadas com o intuito de contribuir para o equacionamento de um problema coletivo.	
--	--	--	--	--	--

Fonte: elaborado pelos autores.

### Análise dos Dados

Nessa etapa foram observadas as porcentagens relativas aos resultados do quadro acima. Nos estudos levantados apenas 17%, ou seja, apenas um estudo foi feito em nível de doutorado. Relativo à origem, todas as pesquisas estão presentes no Catálogo de Teses e Dissertações e dois deles também estão na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, ou seja, 33% estão em ambas as plataformas (Gráfico 1).

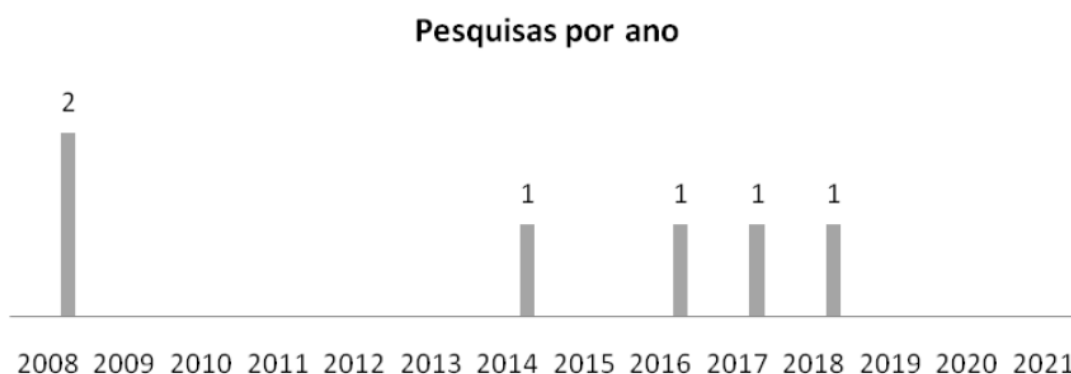
Gráfico 1–Titulação e origem das pesquisas, respectivamente.



Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação aos anos das publicações (Gráfico 2), verifica-se que as duas primeiras publicações foram feitas no ano de 2008, ano em que se iniciou o período de popularização da permacultura no Brasil (FERREIRA NETO, 2018). Conforme Ferreira Neto (2018), a história da permacultura no Brasil compreende as seguintes fases: o período difuso (pré 1992), a incubação com os primeiros *Permaculture Course Designs* (PCDs) e estudos sobre o tema no Brasil (1992-1995), a ativação e institucionalização (1995-2007), a etapa crítica (2004-2008) e a sua popularização a partir do ano 2008 até a contemporaneidade. Nos anos de 2009 a 2013 não houve produção. Em 2014, 2016, 2017 e 2018 foram feitos os demais estudos.

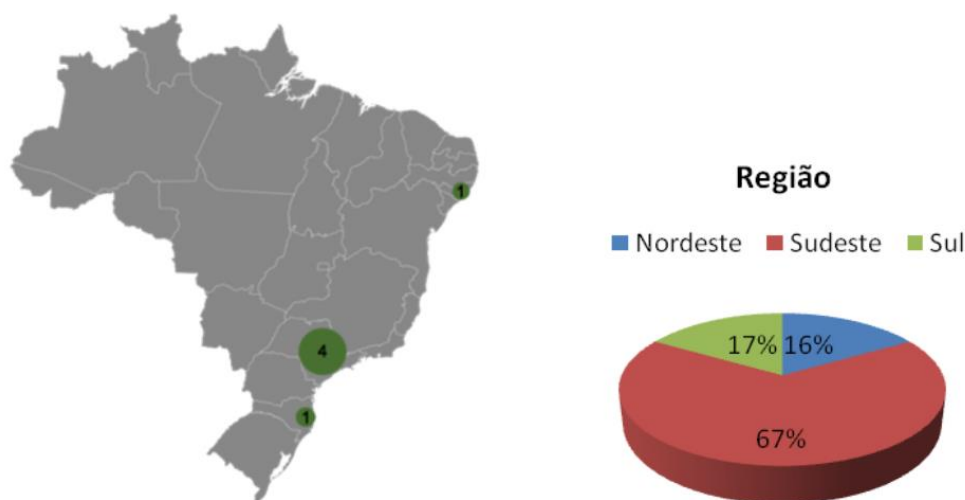
Gráfico 2 –Anos dos estudos levantados na pesquisa.



Fonte: elaborado pelos autores.

A maioria dos estudos foram feitos na região sudeste, no estado de São Paulo realizaram-se quatro pesquisas dentre as seis levantadas. As restantes pertencem ao estado de Santa Catarina e de Alagoas. A Figura 3 representa a localização e porcentagem relativas à origem das produções. Observa-se a partir disso a deficiência e necessidade de pesquisa para os demais cenários para facilitar a replicação prática do tema. Ferreira Neto (2018) mapeou cem grupos de permacultura no Brasil, o que corrobora com a falta de estudos por parte dos arquitetos, urbanistas e paisagistas no meio acadêmico.

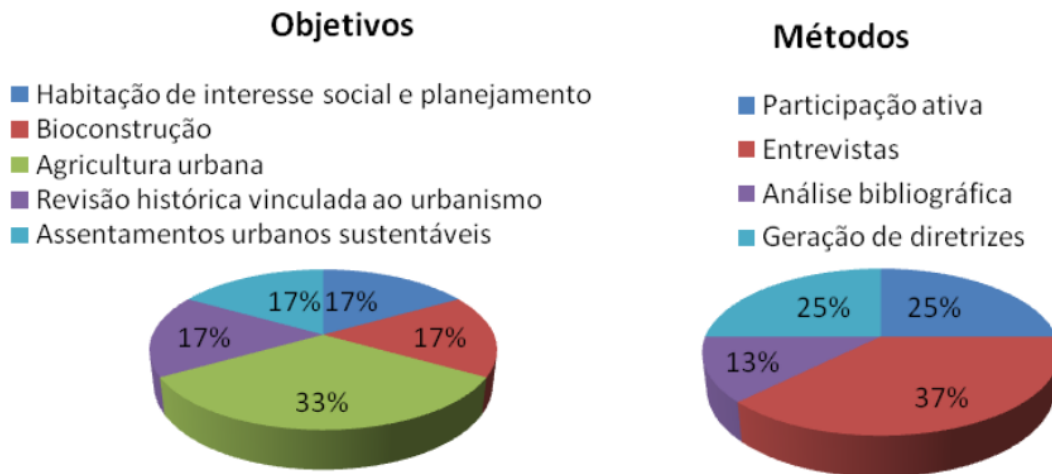
Figura 3–Mapeamento e região das publicações respectivamente, das pesquisas analisadas.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os objetivos das pesquisas (Gráfico 3) apresentam distintas áreas do tema da permacultura. Dentre elas são citadas: habitação de interesse social; agricultura urbana e hortas urbanas, presente em duas das pesquisas; assentamentos humanos sustentáveis; bioconstrução; e revisão histórica relacionada ao urbanismo.

Gráfico 3 –Objetivos e metodologia das pesquisas analíticas.



Fonte: elaborado pelos autores.

A metodologia utilizada pelos autores são as seguintes: pesquisa exploratória aparece nos seis trabalhos; participação ativa em dois trabalhos; e pesquisa-ação também em dois trabalhos. Duas pesquisas resultaram em diretrizes e aplicação de testes pilotos. Um deles utiliza da pesquisa bibliográfica sobre distintos temas e evolução histórica.

Essa análise contribuiu para o entendimento do panorama acerca do estudo da permacultura dentro das pós-graduações de arquitetura, urbanismo e paisagismo do país.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática e análise bibliométrica realizadas contribuíram na compreensão sobre o panorama da permacultura no Brasil em relação aos programas de pós-graduação em arquitetura, urbanismo e paisagismo. Nesse caso, é possível entender que apesar das práticas permaculturais já serem aplicadas e disseminadas há algumas décadas, estudos específicos sobre a temática ainda são pouco abordados no campo científico no Brasil, fato constatado pela dificuldade em encontrar produções científicas nacionais a partir da pesquisa sistemática.

Com base na pesquisa e na compreensão de que a permacultura pertencer a um viés sustentável que vincula diferentes princípios éticos e de elementos integradores em um design holístico e sintrópico, identificou-se como lacuna de conhecimento a necessidade de um melhor entendimento de tais práticas para contribuir no avanço de técnicas e resultados melhores para gerações futuras e também para possibilitar a disseminação principalmente no ambiente mais urbano, normalmente mais degradado em relação ao rural, e promover incentivos por meio de políticas públicas que fortaleçam comunidades praticantes e proporcionem condições mínimas para que outros grupos possam se apropriar das técnicas ao encontro de um desenvolvimento sustentável.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida para realizar o Mestrado. Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo que apoia a

pesquisa e produção científica acadêmica. À Universidade Federal de Santa Maria, RS. À professora Fabiane Vieira Romano pelo apoio e incentivo à produção deste trabalho. Aos coautores por suas contribuições nesta produção. E aos praticantes da permacultura que resistem e tornam o planeta mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAS, H.; MELLO, C. C. do A.; BEZERRA, G. das N. **Cidade, ambiente e política**: problematizando a Agenda 21 local. Rio de Janeiro: Garamond Ltda, 2006.

BORGES, A. R.C. **Permacultura Urbana**: Investigando as representações sociais em práticas permaculturais na cidade do Rio de Janeiro/RJ. 2018. 113 p. Dissertação (mestrado em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social - EICOS/IP). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://pos.eicos.psicologia.ufrj.br/pt/pesquisa/producao-academica/dissertacoes/dissertacoes-de-mestrado-2018/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

CARRACA, I. M.. **Planejamento de uma ecovila, a partir dos princípios da permacultura, para a cidade de Macapá**. 2017. 42 p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Amapá, 2017. Disponível em: <https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2020/08/Carraca-2017-Planejamento-de-uma-ecovila-a-partir-dos-princ%C3%ADpi.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

SILVA, M. R. da; HAYASHI, C. R. M.; HAYASHI, M. C. P. I.. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para profissionais que atuam no campo. **R. Ci. Inf. e Doc.** Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, 2011, p. 110-129. Disponível em: <https://revistas.ffclrp.usp.br/incid/article/viewArticle/52>. Acesso em: 22 jan. 2022.

HOLMGREN, D.. **Permacultura**: Princípios e Caminhos Além da Sustentabilidade. Tradução de Luzia Araújo. Porto Alegre: Via Sapiens, 2013.

FERREIRA NETO, D.N.. **Caminhos e Perspectivas para a popularização da permacultura no Brasil**. São Carlos: [s.n.], 2018.

MOLLISON, B.. **Introdução a Permacultura**. Tradução de André Luís Jaeger Soares. Brasília: MA/SDR/PNFC, 1998.

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C.. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, v.11, n.1, 2007, p. 83-89. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vk3syHhnSgY7VsB6jG/?lang=pt>. Acesso em: 22 jan. 2022.



## **RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ORIGENS, DESTINAÇÃO, RECICLAGEM E CONSCIÊNCIA SOCIAL**

**Célia Gomes de Siqueira**

**Resumo:** Este trabalho foi desenvolvido com base em uma revisão bibliográfica integrativa, realizada com a finalidade de categorizar os resíduos sólidos urbanos, avaliar os avanços nas formas de reciclagem dos resíduos e descrever a fim de responder como se encontra a situação da reciclagem hoje no Brasil. A partir do questionamento proposto foram determinados os termos de busca nas bases de dados Scielo com auxílio do Google Acadêmico e Google Scholar. Empregaram-se os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados em periódicos, nos últimos vinte anos, que abordavam a temática resíduos sólidos. Foi desenvolvido com o objetivo de fornecer uma visão ampla do problema dos resíduos sólidos e possíveis soluções, além de construir uma ferramenta de educação ambiental que apresente os problemas de saúde associados aos resíduos sólidos, bem como suas implicações para o meio ambiente. Dessa maneira, além de mostrar os impactos ambientais decorrentes do lixo, apresentar seu valor para os grupos sociais que vivem da reciclagem, com a finalidade principal de contribuir para a formação do senso de cidadania e responsabilidade social.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos. Origem. Impactos. Destinação. Reciclagem

## INTRODUÇÃO

Pensar nos resíduos sólidos é pensar em consumo. Desde que o homem se estabeleceu em cidades há cerca de 10 mil anos a.C., os resíduos sólidos urbanos são produzidos. Com a evolução das sociedades através dos séculos, a qualidade de seus resíduos têm-se alterado e aumentado em volume. Comunidades conscientes foram adequando suas políticas sanitárias às necessidades urbanas que surgiam com o tempo, entretanto, uma grande maioria das populações de diversas partes do planeta, passaram a preocupar-se com o problema apenas quando este começou a ameaçar a saúde e o meio ambiente (DEUS *et al.*, 2015).

A evolução dos hábitos de consumo na sociedade moderna tem como marco histórico inicial a Segunda Revolução Industrial do final do século XIX e início do século XX, com a exploração do carvão, do aço, do ferro e com o advento da eletricidade, empregados na produção de novos equipamentos, geração de novos processos e, conseqüentemente, novos produtos e empregos na indústria, provocando um deslocamento da população do campo para as cidades (COLOMBO *et al.*, 2008).

Nesse período histórico, achando que a reposição dos recursos naturais era infinita, o homem passou a explorar a natureza de forma intensa para aumentar a produção nas indústrias e obter mais lucro, promovendo, então, a poluição do ar, do solo, dos rios e do mar. (CUBA, 2011; EFFTING, 2007). Quando depositado no solo, o lixo acumulado provoca a formação de gases durante sua decomposição, é quando ocorre a formação do chorume, que pode ser lixiviado pela chuva contaminando águas superficiais, ou percolar as camadas subterrâneas do solo e contaminar lençóis freáticos (GOUVEIA, 2012; QUEIROZ, 2010). As agressões ao meio ambiente, que estão levando ao esgotamento dos recursos naturais, são responsáveis pela destruição de ecossistemas, pela perda da biodiversidade e pelas mudanças climáticas (EFFTING, 2007).

Desde a Rio-92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, os impactos ambientais causados pela exploração desenfreada dos recursos naturais e suas repercussões sobre a saúde humana vêm sendo amplamente discutidos e o tema ganhou popularidade em todo o mundo (GOUVEIA, 2012). O debate mobilizou especialistas de diversas partes do planeta, que vêm buscando desenvolver estratégias para atenuar os impactos ambientais e as alterações climáticas causadas pelas atividades produtivas humanas. A Rio-92 recebeu influência direta da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que através do seu relatório “Nosso Futuro Comum”, estabeleceu os princípios do desenvolvimento sustentável (DIAS, 2017).

Entretanto, o consumismo e a geração de resíduos urbanos só têm aumentado desde então. No mundo globalizado em que a humanidade vive hoje, tudo ocorre de forma frenética, trabalho, estudo, família e lazer adquirem novos valores pessoais, sociais e morais, onde, muitas vezes a felicidade não está associada ao ‘ser’, e sim ao ‘ter’. Segundo Souza e Oliveira (2016), devido

[...] a falsa ideia de consumo como forma de inclusão social, consumir, atualmente, pode ser encarado como uma válvula de escape das tensões cotidianas, algo que alivia ansiedades, satisfaz desejos e nos torna pessoas aceitáveis pela sociedade. Consumir é um fim em si mesmo, e não um meio de o ser humano alcançar uma satisfação pessoal mediante o usufruto da coisa conquistada (SOUZA; OLIVEIRA, 2016, p. 157).

O consumismo exacerbado é uma forma de competição social, estimulada pelas empresas produtoras de bens de consumo, que realizam uma corrida louca atrás de novos produtos, ou novas roupagens para produtos existentes, visando atingir a necessidade da

população por novas fontes de satisfação social. Dessa forma, as pessoas passam a consumir mais e mais a cada dia.

O Brasil é o quarto país que mais gera lixo plástico no mundo, perde apenas para os Estados Unidos da América, China e Índia (PIRES; OLIVEIRA, 2021), e cerca de 49% das cidades brasileiras ainda descarregam seus resíduos urbanos em lixões a céu aberto (GANDRA, 2020) e o que poderia ser utilizado como matéria-prima industrial, acaba sendo desperdiçado, pois apenas 1,28% são reciclados (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

O manejo inadequado de resíduos sólidos traz prejuízo, gera desperdícios, contribui de forma intensa para a manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande porte (MARCHI; GONÇALVES, 2020, p. 2).

Atualmente, a grande quantidade de resíduos sólidos e seu descarte inadequado tem se tornado um problema mundial, visto causarem a poluição da água, do ar e do solo. A poluição da água por resíduos sólidos, torna a água imprópria para o consumo, altera suas características e prejudica a vida no ambiente aquático. Em terra, os gases formados durante o processo de decomposição do lixo, além de contribuírem para o agravamento do aquecimento global, podem ser de caráter asfíxiante, tóxico ou de caráter explosivo, podem causar problemas respiratórios ou acumular-se no subsolo com grande risco de explosão (GOUVEIA, 2012; QUEIROZ, 2010).

Figura 1 - Lixões a céu aberto, depósitos irregulares e ilegais, segundo a legislação brasileira.



Fonte: Figura 1-A, Grandra (2020); Figura 1-B, Szigethy; Antenor (2020).

De maneira específica, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à sua origem. Existem cinco categorias de resíduos sólidos: os resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de atividades rurais, resíduos da construção civil e os resíduos sólidos urbanos, que se subdividem em resíduos domiciliares, comerciais e resíduos provenientes da limpeza urbana.

### **Resíduos sólidos industriais (RSI)**

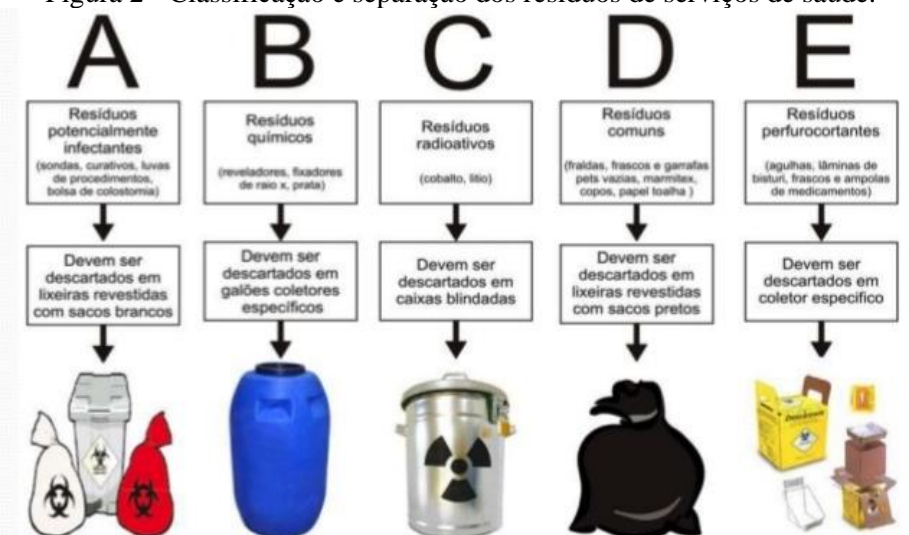
São os resíduos oriundos das instalações e processos industriais e podem ser classificados por métodos físico-químicos, e de acordo com o processo que lhe deram origem (VERSANI; SANDRINI, 2019), são classificados em dois grupos, os resíduos de classe I, resíduos perigosos, e os resíduos de classe II, os não-perigosos (ABNT, 2004). O tipo de resíduo varia conforme o ramo da atividade de cada indústria. É nessa categoria que estão incluídos grande parte dos resíduos tóxicos ou perigosos (BRASIL, 2012; SILVA, 2013). No cenário atual, um dos resíduos industriais mais problemáticos são as embalagens termoformadas compostas por papel cartão *Solid Bleached Sulfate* (SBS) revestido com politereftalato de etileno (PET), muito utilizada na indústria de alimentos

para a conservação de pratos congelados (SANEJA *et al.*, 2017). A produção mundial de transformados plásticos é de aproximadamente 260 milhões de toneladas, enquanto que no Brasil são produzidas 6,3 milhões de toneladas, que são utilizadas principalmente pelo setor da construção civil (25,7%) e pelo setor de alimentos e bebidas (19%) (ABIPLAST, 2015).

### Resíduos de serviços de saúde (RSS)

Os resíduos sólidos de serviços de saúde são potencialmente perigosos por conter materiais perigosos, como agulhas, lâminas, ou materiais contaminados com agentes biológicos (BRASIL, 2012), apesar de representarem apenas 1 a 2% do total de resíduos sólidos produzidos, podem provocar danos à saúde humana, dos animais e contaminar o meio ambiente (UEHARA *et al.*, 2019). São classificados em cinco grupos de resíduos: grupo A - biológicos, que são divididos em 5 subgrupos (A1 a A5), grupo B - químicos, grupo C - radioativos, grupo D - comuns e grupo E - perfurocortantes (BRASIL, 2004). Os RSSs são gerados em hospitais, clínicas médicas, laboratórios clínicos e de pesquisa, farmácias, clínicas odontológicas, hemocentros e clínicas geriátricas. Todos esses estabelecimentos devem elaborar um plano de gerenciamento de resíduos (GARCIA; RAMOS, 2003), baseado em três princípios: reduzir, separar e reciclar.

Figura 2 - Classificação e separação dos resíduos de serviços de saúde.



Fonte: SINDICON MG (2018)

A Figura 2 mostra as formas adequadas de segregação e descarte dos diferentes resíduos de serviços de saúde. A destinação dos resíduos de saúde são regulamentados pela Resolução CONAMA 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências (CONAMA, 2005). Todo estabelecimento que oferece serviços de saúde deve desenvolver e implantar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), em conformidade com a Resolução Anvisa RDC nº 222, de 28 de março de 2018, que regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e se aplica aos geradores de RSS, de caráter público ou privado, militar ou filantrópico, incluindo órgãos de ensino e pesquisa, relacionados à:

[...] atenção à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios,

funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento [...]; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de piercing e tatuagem, salões de beleza [...] e afins (ANVISA, 2018, ART. 2, § 1º).

Quadro 1 - Métodos de tratamentos e disposição final recomendados segundo o grupo de RSS.

Método de Tratamento	Grupos de RSS		
	Grupo A (Risco Biológico)	Grupo B (Risco Químico)	Grupo C (Risco Radioativo)
Incineração	Indicado	Indicado	Não Indicado
Autoclave	Indicado	Não Indicado	Não Indicado
Microondas	Indicado	Não Indicado	Não Indicado
Tratamento Químico	Indicado	Não Indicado	Não Indicado
Irradiação	Indicado	Não Indicado	Não Indicado
Decaimento	Indicado	Não Indicado	Indicado

■ Não Indicado  
■ Indicado

Fonte: Brasil (2001)

Os resíduos dos grupos E são geralmente destinados à incineração, os do grupo, além de incinerados, podem ser sepultados ou cremados (CAMARGO *et al.*, 2009), entretanto, há outros tratamentos menos poluentes como a autoclavagem, irradiação, microondas, tratamento químico e decaimento (ANVISA, 2018, cap. IV). Para os resíduos do grupo B deve-se ‘observar a periculosidade das substâncias presentes, decorrentes das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade’ (ANVISA, 2018, Art. 56). Os resíduos do grupo C, radioativos, ‘devem ser segregados de acordo com o radionuclídeo ou natureza da radiação, estado físico, concentração e taxa de exposição’ (ANVISA, 2018, Art. 72), devem ser armazenados nas condições adequadas e encaminhados para sala de decaimento (ANVISA, 2018, Art. 76). Apesar das normas existentes, entretanto, pesquisas apontam as condições precárias do descarte de resíduos de algumas instituições (ARAUJO *et al.*, 2018; CARUFE; GRACIOLLI, 2015).

### Resíduos sólidos urbanos (RSU)

Os resíduos sólidos urbanos subdividem-se em resíduos domiciliares, que são aqueles gerados das atividades diárias nas residências; comercial, que são aqueles provenientes dos estabelecimentos comerciais e de serviços; e os resíduos de limpeza urbana, que são aqueles oriundos da limpeza de logradouros. O lixo domiciliar compreende tanto o lixo orgânico, como por exemplo, os restos de alimento, quanto o lixo inorgânico, como o papel, metal, plástico, pilhas, baterias, pneus, lâmpadas, entre outros (MOTA *et al.*, 2009; SILVA, 2013). Alguns dos resíduos urbanos são total ou parcialmente recicláveis, outros são tóxicos às pessoas e ao ambiente.

O crescimento desenfreado das cidades provoca um aumento equivalente da quantidade de resíduos produzidos e a legislação, resoluções e metodologias empregadas até o momento não têm surtido efeito significativo no problema, pois é levado em consideração apenas os aspectos técnicos e econômicos. Sampaio *et al.*, (2014), propõem

que as metodologias devam observar em primeiro lugar os limites ambientais, os conflitos humanos envolvidos e as necessidades em cada caso.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece, em ordem de prioridade, a “[...] não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). A cobertura de coleta de lixo no Brasil em 2015 atingiu 90,8% do lixo gerado, somando 72,3 milhões de toneladas, entretanto, cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos tiveram destinação inadequada (ABRELPE, 2016, p, 19).

Tabela 1 - Composição dos RSUs recicláveis produzidos durante nos anos de 2000 e 2008

Materiais	Participação (%)	Quantidade (t/dia)	
		2000	2008
Material reciclável	31,9	47558,5	58527,4
Metal	2,9	4301,5	5293,5
Aço	2,3	3424,0	4213,7
Alumínio	0,6	877,5	1079,9
Papel, papelão, tetrapak	13,1	19499,9	23997,4
Plástico total	13,5	20191,1	24874,9
Plástico filme	8,9	13326,1	16399,6
Plástico rígido	4,6	6865,0	8448,3
Vidro	2,4	3566,1	4388,6
Matéria orgânica	51,4	76655,3	94335,1
Outros	16,7	24880,5	30618,9
Total	100,0	149094,3	183481,5

Fonte: Massukado *et al.*, (2013).

Os resíduos sólidos urbanos podem ser classificados em três grupos distintos: resíduos sólidos orgânicos, resíduos não-orgânicos recicláveis e resíduos não-recicláveis. Os resíduos orgânicos são compostos basicamente de restos alimentares, derivados de podas de árvores, detritos de indústrias alimentícias, lodo de esgoto tratado e outros resíduos sujeitos à putrefação (KRETZER *et al.*, 2016), e representam mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos (Tabela 1). Com base no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Urbanos - 2015, elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, do total de 77.997.025 toneladas de resíduos foram produzidos no país durante no ano de 2015, mas apenas 0,3% foi utilizado em compostagem em 2015 (BRASIL, 2015), e apenas 1,0% em 2019. Os resíduos sólidos não-orgânicos compreendem o papel (13,1%), o plástico (13,5%), os metais (2,9%) e o vidro (2,4%), de acordo com Massukado *et al.*, (2013).

### *Compostos orgânicos*

O lixo orgânico leva um tempo aproximado de dois meses para se decompor, mas, apesar de se decompor rapidamente, o lixo orgânico causa sérios problemas ambientais, pois, além de produzir o gás metano, a decomposição da matéria orgânica tem como resultado a formação do chorume, líquidos complexos que se originam da decomposição e apodrecimento da matéria orgânica pela ação de microrganismos (QUEIROZ, 2010). O gás metano liberado durante o processo de decomposição anaeróbica da matéria orgânica é um dos contribuidores para o agravamento do aquecimento global, pois o gás metano intensifica o efeito estufa (GOUVEIA, 2012; QUEIROZ, 2010).

O chorume é um líquido de coloração escura que é encontrado, geralmente, nas lixeiras das cozinhas e é gerado em grande quantidade nos depósitos de lixo espalhados pelo país. Além de poluir o solo, o chorume pode poluir as águas superficiais ou atingir os lençóis freáticos e contaminar as águas subterrâneas (GOUVEIA, 2012; QUEIROZ, 2010). Além disso, durante a decomposição da matéria orgânica podem ser formados gases asfíxiantes, tóxicos ou de caráter explosivo, que podem ser lançados na atmosfera ou acumular-se no subsolo (GOUVEIA, 2012).

A compostagem tem como produto final um composto orgânico formado por componentes que são importantes para o solo: os sais minerais, tais como o fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio e entre outros, que servem de nutrientes para as plantas; e o húmus, que melhora as propriedades biológicas, físicas e físico-químicas do solo. (SARTORI *et al*, s/d).

Figura 3 - Sistema de compostagem da Universidade Federal de Santa Catarina.



Fonte: Marcelino (2017)

Dentre os benefícios da compostagem estão o melhoramento das características do solo e sua aeração, a eliminação de patógenos e aumento de insetos, minhocas e microrganismos importantes para o enriquecimento do solo e para as plantas, pois ajudam a reduzir a incidência de doenças. Além disso, a prática da compostagem no meio rural melhora o rendimento das culturas agrícolas, reduz o custo de produção e contribui para a independência de fertilizantes sintéticos. (MONTEIRO, 2021; SARTORI *et al*, s/d).

Uma gestão adequada e eficiente dos resíduos sólidos orgânicos gera adubo através da compostagem, pode reduzir custos com insumos agrícolas, tanto para hortas caseiras, como para pequenos e grandes produtores agrícolas, além disso, pode-se eliminar cerca de 50% do problema do lixo. Além do uso em compostagem, os resíduos

orgânicos podem ser utilizados ainda em biodigestores para a produção de gás metano (CHAVES *et al.*, 2021), tornando-se uma fonte de energia alternativa.

### *O óleo de cozinha e seus impactos no meio ambiente*

Os resíduos de óleo de cozinha que são gerados diariamente nos lares e na maioria dos estabelecimentos comerciais como restaurantes, bares, lanchonetes, pastelarias e hotéis são jogados diretamente no corpos d'água comprometendo a vida marinha ou nas pias, indo parar nas redes de esgoto causando entupimentos e o mau funcionamento das redes de esgoto (ALBECIRI; PONTES, 2004; GODOY, 2010).

Quando despejados na água os resíduos de óleo de cozinha ficam acumulados na superfície e criam uma espécie de barreira que acaba dificultando a entrada de oxigênio e luz na água, colocando em risco a vida aquática e os fitoplânctons, que são a base da cadeia alimentar (ALBECIRI; PONTES, 2004).

Procurando minimizar o impacto do descarte de óleo comestível usado no meio ambiente e na saúde humana começaram a surgir iniciativas de reciclagem do óleo comestível no Brasil para a produção do sabão caseiro, que é feito utilizando-se os resíduos de óleo de cozinha, água, sabão em pó e essência para sabão. (ALBECIRI; PONTES, 2004)

### *Resíduos Sólidos não-orgânicos*

Quando se retira a matéria orgânica, os resíduos sólidos secos resultantes são compostos predominantemente por plástico e papel, acompanhados de metal e vidro, de acordo com a Tabela 1.

#### *Plástico*

A produção mundial de plástico cresceu de 1.5 em 1950 para cerca de 322 milhões de toneladas em 2015, o que, como consequência, aumentou a geração de resíduos sólidos de plástico, e deu origem às cinco ilhas de plástico existentes hoje no mundo (PESSÔA, 2018), pois o plástico é o principal lixo marinho (ANDRADY, 2011), que chega ao mar também na forma de microesferas, ou é fragmentado no oceano. Estas microesferas impregnam animais marinhos, e retornam ao ambiente terrestre na forma de alimento, ou carregados pelas marés e pela brisa.

No Brasil são produzidas anualmente cerca de 2,4 milhões de toneladas de plástico, que é descartado muitas vezes em lixões, sem tratamento, de maneira inadequada (GIRALDI; ADJUTO, 2019). O plástico tem se tornado um material bastante presente no cotidiano das pessoas. Diariamente pode-se observar uma série de produtos feitos de plástico, como utensílios domésticos, brinquedos, peças de automóveis e equipamentos eletrônicos, bolsas, entre outros. O uso tão difundido do plástico deve-se, principalmente, a sua estabilidade estrutural, que confere a este material resistência aos vários tipos de degradação, garantindo, então, a sua durabilidade. Por estar tão presente em nosso dia-a-dia e fazer parte da constituição de embalagens e utensílios que são descartados após a utilização, o plástico compõe boa parte do lixo que produzimos diariamente (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Devido ao aumento crescente do consumo, à sua resistência à degradação, e grande volumes, o plástico tem impactado o ambiente principalmente reduzindo a meia-vida dos aterros sanitários. Os impactos ambientais gerados pelo plástico têm início desde o processo de fabricação, -uma vez que para sua produção são utilizados recursos naturais não renováveis (gás natural ou petróleo), energia e água, além de serem emitidos gases



tóxicos no ambiente que promovem o efeito estufa- até o descarte incorreto (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Dentre os materiais plásticos que constituem uma considerável parte do lixo urbano estão as sacolas plásticas e as garrafas PET - Polietileno Tereftalato (MATOS; SCHALCH, 2007). Segundo o Ávila (2011), as sacolas plásticas têm se tornando um grande problema para o meio ambiente devido ao seu consumo excessivo e descarte incorreto que, além de contribuir para agravar a poluição ambiental, tem causado entupimentos de bueiros e, quando jogados nos rios, praias e matas, causam a morte de animais, pois, muitos animais acabam morrendo sufocados por ingerir esse material ou por ficar presos a ele. Ainda sendo descartadas da forma correta as sacolas plásticas causam problemas visto que o plástico é um material que retém água causando a impermeabilidade do solo e dos depósitos de lixo. Além disso, as sacolas plásticas impedem a biodegradação do lixo orgânico descartado dentro delas e contribuem para a formação de bolsões de gás (ÁVILA, 2011).

Outro produto problemático são as garrafas PET, que nas últimas décadas vem substituindo as garrafas de vidro. De acordo com Fagundes (2019), quando descartadas de forma incorreta, as garrafas PET causam entupimentos de bueiros e, nos dias de chuva intensa, são responsáveis por causar alagamentos em algumas vias das cidades.

Para evitar tais problemas é preciso que as garrafas PET sejam descartadas corretamente para serem recicladas ou sejam reutilizadas de maneira artesanal ou para outros fins. Uma maneira de resolver o problema das garrafas PET seria a logística reversa, onde os produtores de comerciantes dividissem a responsabilidade com a população, uma vez que são fonte de lucro para estas empresas.

### *Papel*

O papel é originário da extração de celulose de árvores, inclusive por aparas. A celulose é adquirida a partir de qualquer material fibroso, no entanto existem espécies de árvores apropriadas, ou seja, com qualidade e pureza propícias (MANSOR et al, 2010). A produção de papel envolve a monocultura, o que pode acarretar danos ao solo, assim como toda a prática de monocultura. Com a destruição de habitats, o uso excessivo dos recursos naturais, a introdução de espécies invasoras e a poluição vêm ocorrendo um avanço nos desequilíbrios eco sistemáticos.

A reciclagem do papel é importante para a sustentabilidade dos ecossistemas. O uso de aparas para a reciclagem leva à economia de matérias-primas, principalmente da água empregada nos processos de produção com base em celulose. Fabricar o papel gera um custo alto, pois “estima-se que para serem fabricados 1 tonelada de papéis corrugados, são necessários aproximadamente, 2 toneladas de madeira (que equivale a cerca de 15 árvore), 44 a 100 mil litros de água e de 5 a 7,6 mil KW de energia”, logo reciclar é a melhor alternativa, pois a grandeza de água utilizada decresce para 2 mil litros e o gasto energético para 2,5 mil KW (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014).

Portanto reduz o consumo energético, recurso hídrico e emissão de poluentes, além de reduzir a quantidade de papel descartado (MANSOR *et al.*, 2010). Além da reciclagem, o papel pode ser reutilizado para fins artesanais e se tornar materiais úteis e duráveis como cestas de papel, peças decorativas, porta-retratos e entre outras coisas.

### *Metal*

Os metais apresentam grande durabilidade, resistência e facilidade de conformação. Devido a sua intensa exploração são poucos os metais que são encontrados

na natureza em sua forma nativa (MANSOR *et al.*, 2010). No processo de obtenção de metais faz-se primeiro uma redução química para que o metal seja isolado dos demais componentes da rocha ou do solo. Este processo é realizado a altas temperaturas com elevado consumo de energia, produção de resíduos e emissões. Um exemplo disso é a produção do ferro, um processo realizado em temperaturas entre 700 e 2000 °C, que libera CO<sub>2</sub> (gás causador do efeito estufa) (MANSOR *et al.*, 2010).

Os metais são materiais recicláveis e sua reciclagem traz como benefício a economia de minérios, água e energia, a redução da emissão de dióxido de carbono no ambiente, a redução das áreas degradadas pela exploração de minérios e, conseqüentemente, a redução da poluição (MANSOR *et al.*, 2010).

O alumínio, por exemplo, é um metal 100% reciclável e 95% da energia gasta em seu processo de produção são economizadas durante a reciclagem. O aço, que é muito utilizado na fabricação de latas, também é um material altamente reciclável e mantém suas propriedades após a reciclagem podendo ser reciclado infinitamente. Ao reciclar o aço serão poupados o minério de ferro, carvão vegetal, cal e será reduzida a emissão de CO<sub>2</sub>, visto que no processo de fabricação do aço é liberado dióxido de carbono (MANSOR *et al.*, 2010). Além disso, para evitar o acúmulo de materiais metálicos na natureza é necessário que se faça o descarte correto dos metais para que possam ser reciclados ou que seja feita a reutilização para fins artesanais.

### *Vidro*

O vidro é um material não poroso e resiste a temperaturas altas, em torno de 150°C, e sem deformar e, por essa razão, ele pode ser utilizado muitas vezes para um mesmo fim. Ele também é um material obtido por fusão de matérias-primas, minerais e resfriados a uma condição rígida e sem cristalizar. (MANSOR *et al.*, 2010). O vidro pode ser reciclado muitas vezes, pois, ele é feito de minerais como barrilha, areia, calcário e feldspato, e sua reciclagem consome menos energia e emite pouco material particulado se comparada a sua fabricação sem os cacos. (CHAPARRO *et al.*, 2021).

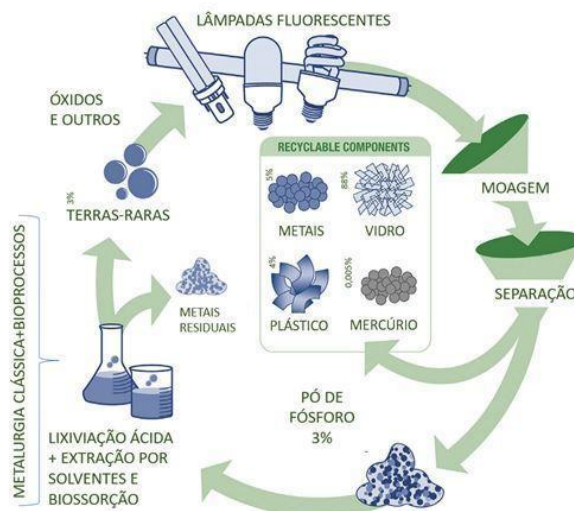
Ao reciclar um quilo de vidro se faz outro quilo sem que haja perda nenhuma. Na reciclagem do vidro é gerado um descarte menor de resíduos sólidos urbanos, redução na coleta urbana e o aumento de vida útil para os aterros sanitários. (MANSOR *et al.*, 2010). A reciclagem do vidro é um assunto que sempre esteve em destaque na indústria vidreira e tem ganhado forças nos últimos anos, pois, foram feitos grandes investimentos para estimular e promover o retorno das embalagens de vidro para serem reutilizadas no processo de produção. (CHAPARRO *et al.*, 2021).

A contribuição da reciclagem do vidro para a preservação da natureza consiste na redução do gasto de energia e emissão de gás carbônico ao utilizar cacos de vidro no processo de fabricação e na economia de matérias-primas. Por outro lado, os problemas causados pelo descarte incorreto do vidro são os acidentes com catadores de lixo, garis e animais. Para evitar que tais problemas aconteçam é preciso descartar os cacos de vidro dentro de recipientes feitos de materiais resistentes, tais como latas ou caixa de leite; separar o lixo corretamente sem deixar cacos de vidro junto com lixo orgânico ou dentro de materiais não resistentes; destinar o vidro para reciclagem, para que este seja reutilizado no processo de fabricação; ou fazer uso artesanal dos materiais de vidro, tais como garrafas e potes.

### *Lixo eletrônico - Lâmpadas*

A lâmpada foi desenvolvida inicialmente por Thomas Edson em 1879, e pode ser de vários tipos, tonalidades, tamanho e poder luminoso. Uns dos tipos de lâmpadas são as incandescentes que podem conter em seu filamento, halogênio ou não, esse tipo apresenta uma baixa eficiência em termos energéticos, por dissipar muita energia em forma de calor. Outros tipos de lâmpadas são as fluorescentes, que se utilizam da energia de átomos de mercúrio, possuem uma eficiência maior relacionadas às incandescentes. O consumo das lâmpadas de LED, que inicialmente tinham um custo elevado, mas hoje se tornaram mais acessíveis por apresentarem a vantagem de possuírem vida útil de 8-50 vezes maior quando comparadas às fluorescentes (MANSOR *et al.*, 2010).

Figura 4 - Etapas da reciclagem de lâmpadas fluorescentes.



Fonte: Giese (2021).

Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association) as lâmpadas fluorescentes contém cerca de 0,042 mg de mercúrio elementar, no estado de vapor. Porém o mercúrio ( $Hg^{+2}$ ), que por sua vez é encontrado no ambiente é a forma mais perigosa, pois contém metilado e forma as espécies mais tóxicas do metal, podendo até originar compostos mais solúveis, como também podem ser lixiviados para corpos hídricos (SEBALOS; MELO, 2019).

O mercúrio em contato com seres humanos pode causar danos no organismo (bioacumulação), tais como danificação aos rins, cérebro e má formação feta. Por isso deve-se ressaltar a importância da reciclagem das lâmpadas fluorescentes após o consumo. Existem outras substâncias malélicas à saúde, que são encontradas nas lâmpadas fluorescentes em pequenas quantidades, como o chumbo (presente no vidro), o cádmio e o antimônio (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

No Brasil há um alto consumo de lâmpadas fluorescentes, como consequência, uma elevada quantidade de mercúrio irregularmente disperso, pois essas lâmpadas são descartadas em aterro de resíduos sólidos domiciliares, causando uma contaminação do meio ambiente, sobretudo no decorrer do manejo causado a fragmentação das lâmpadas. Já as lâmpadas incandescentes não são recicladas por não apresentarem risco ao meio ambiente (MANSOR *et al.*, 2010).

#### *Demais eletroeletrônicos*

Existem milhares de equipamentos eletrônicos sendo dispersos no ambiente, pois vivemos em um mundo tecnológico, logo todos possuem algum tipo de eletroeletrônico

dentro de casa, como televisores, rádios, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, todos os equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, DVDs, brinquedos eletrônicos e milhares de outros produtos concebidos para facilitar a vida moderna. Porém esses equipamentos possuem uma duração reduzida, devido às políticas de consumo, tornam-se descartáveis em um intervalo de tempo relativamente curto. Estes resíduos eletroeletrônicos contêm muitos componentes, de elementos químicos simples a hidrocarbonetos complexos, contudo os elementos mais frequentes são os metais (MANSOR *et al.*, 2010).

Estes resíduos quando descartados de maneira errônea, como por exemplo, em aterros sanitários não controlados, acarreta uma contaminação no solo, subsolo, assim como as águas subterrâneas e causam efeitos adversos aos seres humanos (MANSOR *et al.*, 2010).

### *Pilhas e Baterias*

Pilhas e baterias têm uma vasta comercialização no cotidiano, logo, se torna um resíduo numeroso no meio ambiente. A pilha dispõe de energia química para produzir energia elétrica. As baterias, por outro lado, compreendem um conjunto de pilhas reunidas num contêiner, com intuito de fornecer tensão exigida (MANSOR *et al.*, 2010).

Pilhas e baterias são compostas de metais pesados, como mercúrio, chumbo, cobre, níquel, zinco, cádmio e lítio e são perigosos para o ambiente e para a saúde humana. Depois de descartadas, as pilhas e baterias se decompõem, liberando os metais componentes, que percola o solo e atingem os lençóis freáticos, introduzindo-se no ecossistema de rios e mares, passando a incorporar a cadeia alimentar, e retornando aos seres vivos (ALMEIDA *et al.*, 2016). Por isso, devem ser descartadas em locais próprios de coleta, que irão realizar a logística reversa. Entretanto, falta às pessoas o hábito ou a informação adequada e a maioria das pessoas acabam descartando suas pilhas e baterias de forma inadequada.

### *Resíduos de atividades rurais (RAR)*

Uma parte dos resíduos agrícolas são derivados das atividades de colheita da produção, como as cascas, palhas, raízes, caules e caroços. A maioria desses resíduos é deixada no terreno de cultivo, servindo de proteção ao solo ou como uma espécie de adubo. Entretanto, esses materiais podem causar alterações no ecossistema quando não devidamente tratados e representam desperdício de matéria-prima e de fonte de energia (CORDEIRO *et al.*, 2020). Por outro lado, o maior problema originado do setor relaciona-se com o uso de insumos e defensivos agrícolas.

Segundo Assad (2012), o Brasil consome 1/5 de todos os defensivos produzidos no mundo, o que torna a agricultura brasileira a maior consumidora mundial de agroquímicos (OLIVEIRA; CAMARGO, 2014), e esse consumo desenfreado é causado pela competitividade de mercado na busca pelo aumento da produção agrícola.

O uso excessivo de insumos e defensivos agrícolas gera vários problemas socioambientais, devido à toxicidade de alguns produtos e ao descarte inadequado das embalagens dos mesmos. Para a questão do descarte das embalagens existe a Lei 9974 de 2020, e o Decreto 4074 de 2002, que regulamenta a destinação final das embalagens de agroquímicos pelo sistema de logística reversa (ARAGOS *et al.*, 2021), onde revendedores e fabricantes se responsabilizam pelo recolhimento das mesmas (Figura 5).

Figura 5 - Ciclo da logística reversa de embalagens de agroquímicos.



Fonte: SINIR, (2018)

### *Resíduos da construção civil (RCC)*

São os resíduos provenientes de construções, demolições, reformas e entulhos de obras em geral, tais como: resinas, tijolos, madeira, tintas e etc. (MANSOR *et al*, 2010; BRASIL, 2012). São classificados em quatro classes, segundo a Resolução CONAMA 307/2002.

A classe A, compreendem os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como solo proveniente de terraplanagem, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto, blocos, tubos, meio-fios; a classe B, compreendem materiais recicláveis para outros fins, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros; os materiais da classe C são originados do gesso e não existe tecnologia para reciclagem dos mesmos; e o materiais da classe D são aqueles considerados perigosos, como tintas, solventes, óleos contaminados ou prejudiciais à saúde originados de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, e também telhas e outros objetos manufaturados com amianto ou outros produtos nocivos à saúde (CONAMA, 2002; LIMA; CABRAL, 2013).

Figura 6 - Classificação dos resíduos da construção civil.



Fonte: BV Resíduos, (s/d)

No Brasil, assim como no resto do mundo, o setor da construção civil é um dos que mais cresce, e grande parte dos resíduos derivados de obras podem ser reciclados e esta ação é fundamental para a preservação do meio ambiente e para economia financeira,

fazendo com que esses resíduos retornem para a obra em substituição a novas matérias-primas que seriam extraídas do meio ambiente.

### *Rejeitos*

Os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de utilização, tratamento e recuperação por qualquer processo tecnológico que esteja disponível e seja economicamente viável, não podem mais ser utilizados e devem receber destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2012).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aumento da produção de lixo está diretamente associado ao modelo de estilo de vida imposto pela globalização, que incentiva o consumo e o uso excessivo de embalagens (VALLINI, 2009), fabricadas como uma roupagem para valorizar o produto. A população mundial é estimada em 7,8 bilhões de habitantes, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), com uma estimativa de atingir os 9,7 bilhões em 2050. Com isso, o Banco Mundial (WORLD BANK GROUP, 2018) estima um aumento de 70% na produção de resíduos.

No Brasil produziu cerca de 79,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2019 (PIRES; OLIVEIRA, 2021), destes aproximadamente a metade consistiu de lixo orgânico desperdiçado, o qual poderia ser utilizado para geração de adubo, gás combustível, ou energia, entretanto, apenas 1 a 2 % é reutilizado. Esses resíduos representam um grande desperdício de alimentos, cerca de 20% dos grãos e 30% das hortaliças são desperdiçados, um luxo que o país não poderia ter, uma vez que 54,8 milhões de brasileiros vivem abaixo da linha da pobreza (NEVES, 2019).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos é vedada desde o final do século XX, com base na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Crimes Ambientais – Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Entretanto, apesar da proibição expressa nas disposições legais, pouco se avançou no Brasil em relação à destinação final de resíduos sólidos (HENDGES, 2021).

O lixo despejado no ambiente não está relacionado apenas à degradação do local que ocupa ou do perigo que representa às pessoas devido às doenças, também prejudica a qualidade do ar e afeta as mudanças climáticas.

Diante dessa realidade uma das formas mais eficazes de solucionar o grande problema da geração de resíduos sólidos consiste na ação conjunta de setores chaves da sociedade visando em primeiro lugar um maior rigor no cumprimento das leis ambientais e a implementação de programas de educação ambiental contínuos e proativos, que promovam a participação da população, das empresas e do governo no processo.

## **REFERÊNCIAS**

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico – **Indústria brasileira de transformação de material plástico: Perfil 2015**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2015/>. Acesso em: 13 set. 2021.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004** resíduos sólidos, classificação. Rio de Janeiro, Brasil, 63 pp.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza. **Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE. p. 19, 2016.

ALBERICI, Rosana M.; PONTES, F.F. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. **Rev. Eng.Ambiental**, v. 1) n. 1, p. 73-76, 2004.. Disponível em:<<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=39&article=19&mode=pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

ALMEIDA, G. S., *et al.* Destinação final de pilhas e baterias: estudo de caso São Luís, Maranhão. **Revista do CEDS**, São Luís, v. 1, n. 4, 2016. Disponível em: <http://docplayer.com.br/36883525-Destinacao-final-de-pilhas-e-baterias-estudo-de-caso-sao-luis-maranhao-1.html>. Acesso em: 21 dez. 2020.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 62, p. 1596–1605, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11003055>. Acesso em: 30 nov. 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Da Diretoria Colegiada - RDC Nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. DOU nº 61, de 29 de março de 2018.

ARAGOS, Karine P. C.; GABRIEL FILHO, Luís R. A.; BRAGA JUNIOR, Sérgio S. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos e as dificuldades para efetiva implantação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e52210212921, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12921>

ARAÚJO, Cristiane F. S.; MACHADO, Mari E. R.; RODRIGUES, Paola R.; FIALHO, Angela A. R. Investigação sobre o descarte de resíduos sólidos de saúde (rss) em uma instituição pública hospitalar do município de Sant’ana do Livramento – RS. **Rev. Adm. da Univ. Fed. Santa Maria**, vol. 11, pp. 421-434, 2018.

ASSAD L Agricultura brasileira é a maior consumidora mundial; gasto em 2011 chegou a R\$ 14 bilhões. **Ciê. Cult.**, v. 64, n. 4, p. 6-8, 2012. <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252012000400003>

ÁVILA, C. **MMA e supermercados ampliam campanha Saco é um Saco**. BRASIL Ministério do Meio Ambiente. 16 mar. 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-e-supermercados-ampliam-campanha-saco-e-um-saco>. Acesso em: 19 dez. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos - 2015** Brasil: Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos> >. Acesso em: 16 dez.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de resíduos sólidos**. 2012. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: [https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos\\_diversos\\_do\\_portal/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_280812.pdf](https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf). Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1. 3 p, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Consumo Sustentável**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 160 p, 2005. p. (113-129). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS). Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, parte 3. Ministério da Saúde, Secretaria Executiva, Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

CARUFE, Vera A.; GRACIOLLI, Suelen R. P. Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, v. 16, n. 2, p. 301-314, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/151870122015206>

CHAPARRO, Marcia A. C. A. importância da reciclagem do vidro para a natureza. *Brazilian Journal of Development*. n.5, p. 50239-50246, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n5-429

CHAVES, Davina C. *et al.* Sistemas de biodigestão: um modelo de economia e sustentabilidade para a comunidade rural. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 26143-26168, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n3-356

COLOMBO, L. O. R.; FAVOTO, T. B.; CARMO, S. N. A evolução da sociedade de consumo. **Akrópolis**, Umuarama, v. 16, n. 3, p. 143-149, 2008. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/view/2462>. Acesso em: 16 dez. 2021.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Presidente: Jose Carlos Carvalho. Brasília, 2002.

CORDEIRO, Noéle K, *et al.* Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista De Ciências Ambientais - RCA**, v. 14, n. 2, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v14i2.5593>

CUBA, Marcos A. Educação ambiental nas escolas. **ECCOM**, v. 1, n. 2, 2011. Disponível em: <http://unifatea.com.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/607/557>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DIAS, Edson S. Os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da conferência de Estocolmo à Rio+20 - expectativas e contradições. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 39 v. 1, p. 06-33, Jan./Jun., 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3538>. Acesso em: 16 dez. 2021.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Eng Sanit Ambient.**, v.20, n.4, 2015, p. 685-698. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040129347>

EFFTING, Tânia Regina. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas**: realidade e desafios. Monografia (Pós Graduação em “Latu Sensu” Planejamento Para o Desenvolvimento Sustentável), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste, 2007.



FAGUNDES, Alexandre B. et al. Garrafas pet: problemática e aplicações pós-consumo. **Revista Produção Industrial & Serviços**, v. 02, n. 02, 2019. Disponível em: <file:///D:/Users/giude/Downloads/52431-Texto%20do%20artigo-751375191136-2-10-20200221.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

GANDRA, Alana. Quase metade dos municípios ainda despeja resíduos em lixões. **Agência Brasil**. 05 ago. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/quase-metade-dos-municipios-ainda-despeja-residuos-em-lixoes>. Acesso em: 16 dez. 2021.

GARCIA, Leila P.; RAMOS, Betina G. Z.. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Cadernos de Saúde**, Rio de Janeiro, n. 20, v. 3, p. 744-752, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2004.v20n3/744-752/>. Acesso em 19 dez. 2021.

GAZETA DE VOTORANTIM. **Estados aprimoram modelos de controle de resíduos industriais, informa Abetre**. 16 fev. 2018. Disponível em: <http://www.gazetadevotorantim.com.br/noticia/22857/estados-aprimoram-modelos-de-controle-de-residuos-industriais--informa-abetre.html>. Acesso em: 15 dez. 2021.

GIESE, Ellen. **Pesquisadora do CETEM apresenta trabalho em conferência internacional**. Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 05 out. 2021. Disponível em; <https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/cetem/noticias/pesquisadora-do-cetem-apresenta-trabalho-em-conferencia-internacional>. Acesso em 04 nov. 2021.

GODOY, Priscila O. et al. **Consciência limpa**: reciclando o óleo de cozinha. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, v. 13, n. 17, 2010, p. 205-217, 2010. Disponível em: <https://ldoih.files.wordpress.com/2012/08/artigo-conscic3aancia-limpa-reciclando-o-c3b3leo-de-cozinha.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2020..

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Cadernos de educação ambiental. **Resíduos sólidos**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/6-RES%C3%8DDUOS-S%C3%93LIDOS.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2021.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>

HENDGES, Antonio S. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. 14 jul. 2021. **MATS**. Materiais e Tecnologias Sustentáveis. Disponível em: <https://wordpress.ft.unicamp.br/mats/composicao-gravimetrica-dos-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>. Acesso em: 21 dez. 2021.

KRETZER, S. G. Produção de biogás com diferentes resíduos orgânicos de restaurante universitário. **Rev. Bras. Energias Renováveis**, v.5, n.4, p.551-565, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/article/download/pdf>. Acesso em: 16 dez. 2021.

LIMA, Adriana S.; CABRAL, Antonio E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 18, n. 2, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000200009>

MANSOR, Maria T. C. et al. **Cadernos de educação ambiental: Resíduos sólidos**. São Paulo: SMA, 2010. p. 18-112. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/sma/6-ResiduosSolidos.pdf> >. Acesso em: 05 dez. 2020.

MARCELINO, Dianas. Conheça o método UFSC de compostagem de resíduos orgânicos. **Natureza e Conservação**, 02 jul. 2017. Disponível em: <https://www.naturezaeconservacao.eco.br/2017/07/conheca-o-metodo-ufsc-de-compostagem-de.html>. Acesso em: 16 dez. 2021.

MARCHI, Cristina M. D. F.; GONÇALVES, Isadora O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130841718>

MASSUKADO, Luciana M.; *et al.* Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: Uma análise pós PNSB 2008 - ênfase na destinação final e nos resíduos orgânicos. **Revista DAE**, n. 192, p. 22-33, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.105>

MONTEIRO, José A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Rev. Ed. Amb. Ação**, V. XX, n. 77, 2021. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2310>. Acesso em: 21 dez. 2020

MOREIRA, Fátima R.; MOREIRA, Josino C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev Panam Salud Publica**, v. 15, n. 2, p.119–29, 2004.

MOTA, J. C., *et al.* Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2009. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942>. Acesso em: 19 dez. 2020.

NEVES, Vitor. Brasil tem 55 milhões de pessoas abaixo da linha da pobreza. **Jornal da USP**. 02 jan. 2019. Disponível em; <https://jornal.usp.br/atualidades/brasil-tem-55-milhoes-de-pessoas-abaixo-da-linha-da-pobreza/>. Acesso em: 23 dez. 2021.

OLIVEIRA, Andréa . R.; CAMARGO, Samira G. C. Logística reversa de embalagens de agroquímicos: identificação dos determinantes de sucesso. **Interciência**, v. 39, n. 11, 2014. Disponível em: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/780-OLIVEIRA-.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

QUEIROZ, Tais. **Lixo orgânico** – quais problemas ambientais ele causa? Recicloteca. Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente. 04 out. 2010. Disponível em: <https://www.recicloteca.org.br/videos/lixo-organico-qual-o-problema/>. Acesso em: 21 de dez. 2020.

PESSÔA, Vitor A. F. Reciclagem e reutilização de materiais poliméricos plásticos. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Materiais), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

PIRES, Yolanda; OLIVEIRA, Nelson. Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores. Agência Senado, 07 jun. 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores#:~:text=Segundo%20dados%20do%20Panorama%20dos,de%201%20kg%20por%20dia>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SEBALOS, Renata; MELO, Fábio X. Reciclagem e descarte de lâmpadas fluorescentes. **Rev. Diálogos Interdisciplinares**, v. 8 n. 2, 2019. Disponível em:

file:///D:/Users/giude/Downloads/626-Texto%20do%20artigo-2125-7-10-20190608.pdf. Acesso em: 15 dez. 2021.

SANEJA, S.; SATISH, M.; BOORA, S. Print quality comparison of solid bleached sulphate (SBS) board and duplex board printed with web offset press. **International Journal of Engineering Sciences and Research Technology**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 397-400, 2017. DOI: 10.5281/zenodo.814528

SARTORI, Valdirene C. Cartilha para agricultores. Compostagem. **Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. Universidade de Caxias do Sul. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>. Acesso em: 21 de dez. 2020.

SILVA, Cesar A. **Gerenciamento de resíduos**. Instituto Federal de Educação. EAD. Ministério da Educação. Curitiba: Instituto Federal de Educação, 2013. Disponível em: <http://www.proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1378/Gerenciamento%20de%20Residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2021.

SINDICON MG. **Estabelecimentos de saúde que funcionam em condomínios devem ficar atentos ao correto descarte do lixo**. SINDICON MG, 14 ago. 2018. Disponível em: <https://www.sindiconmg.org.br/noticiasy.php?n=123>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SINIR. Ministério do Meio Ambiente. **Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens**. 22 mar. 2018. Disponível em: <https://sinir.gov.br/index.php/component/content/article/2-uncategorised/124-embalagens-de-agrotoxicos>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SOUZA, Oreonnilda; OLIVEIRA, Lourival J. Globalização e relações de consumo: servidão moderna e degradação ambiental. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 6, n. 2, p.156-178, 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/4258/2613#:~:text=Consumir%20%C3%A9%20um%20fim%20em,livre%2C%20irrestrito%20e%20sem%20culpa..> Acesso em: 02 jan. 2022.

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. IPEA. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. 09 jul. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 16 dez. 2021.

UEHARA, Sílvia C. S. A.; VEIGA, Tatiane B.; TAKAYANAGUI, Angela M. M. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais de Ribeirão Preto (SP), Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 24, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019175893>

VALLINI, G. Planning ahead: waste management as a cornerstone in a world with limited resources. **Waste Management & Research**, 27: 623, 2009. DOI:10.1177/0734242X09345600


WORLD BANK GROUP. The World Bank Annual Report 2018. Washington, DC: World Bank. **World Bank**. 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30326> Acesso em: 23. dez. 2021.

## **PROPOSTA DE PROCESSAMENTO PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE PETG PROVENIENTES DA FABRICAÇÃO DE PRÓTESES E ÓRTESES.**

**Gabriela Cirilo Machado, João Vinícios Wirbitzki da Silveira.**

**Resumo:** O termoplástico poli(etileno tereftalato glicol) – PETG é obtido através da substituição de parte dos grupos etilenoglicol do poli(etileno tereftalato) – PET, por grupos 1,4-ciclohexanodimetanol – CHDM. Empregado em embalagens, na odontologia e em próteses e órteses, se tornou também material preferido para impressão 3D. Assim como o PET, o PETG pode ser reciclado de forma mecânica, química e térmica. O presente estudo objetiva levantar alternativas de reciclagem do PETG residual do processado da confecção de próteses e órteses, visando benefícios ambientais e econômicos. O desenvolvimento se deu através de revisão bibliográfica de artigos científicos datados de 2011 a 2021 em bases nacionais e internacionais, bem como livros técnicos especializados. Observou-se que, através da reciclagem mecânica, o polímero é separado, lavado, moído através de moinhos de facas, e então extrudado, visando sua remodelagem. Os recentes desenvolvimentos de impressoras 3D oferecem possibilidades para a reciclagem desse polímero com potencial para desenvolvimento de produtos na área ortopédica.

**Palavras-chave:** Polímero. Plástico. Extrusora. Moinho. Impressão 3D.

G. C. Machado (  ). Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, MG, Brasil.  
e-mail: gabrielacmachado1@gmail.com

J. V. W. Silveira (  ). Instituto de Ciência e Tecnologia/Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no censo de 2010 o Brasil apresentava cerca de 45,6 milhões de pessoas com pelo menos uma deficiência, o que correspondia a, aproximadamente, 24 % da população. Destes, um grande número necessita do uso de recursos, tais como órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção, a fim de melhorar o padrão anatômico e funcional de membros com limitação (IBGE, 2021). Em 2019, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde - PNS, cerca de 9,5% da população de Minas Gerais tinha algum tipo de deficiência (AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS, 2021).

Nesse sentido, tem-se os Centros Especializados em Reabilitação - CER. Esses centros são pontos de atenção ambulatorial especializados em reabilitação que realizam diagnósticos, avaliação, orientação, estimulação precoce e atendimento especializado em reabilitação, concessão, adaptação e manutenção de tecnologia assistiva, constituindo-se em referência para a rede de atenção à saúde no país (Ministério da Saúde, 2017). O CER Diamantina IV possui uma equipe altamente especializada, prestando atendimento multiprofissional e especializado a mais de 300 pacientes diariamente, da rede pública (SUS) e particular, e oferecendo também aos pacientes atendimento odontológico, ambulatório de feridas, reabilitação urológica e atividades lúdicas, como dança e capoeira (CER DIAMANTINA, 2021).

Além disso, os pacientes contam com o apoio da oficina ortopédica, responsável pela confecção, adaptação e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção - OPMs. As OPMs podem ser fabricadas em série ou de forma individual contudo Chen *et al.*, (2016) e Brasil (2019) recomendam que as mesmas devam ser criteriosamente e adequadamente indicadas, elaboradas e confeccionadas com vistas à atenção às necessidades do paciente e, sobretudo, apropriadamente adaptadas a cada indivíduo.

Segundo Brasil (2019), Pinheiro *et al.*, (2020) e Chen *et al.*, (2016) órteses são definidas como peças ou aparelhos de correção que suportam e modificam as características estruturais e funcionais dos sistemas neuromuscular e musculoesquelético do paciente, prevenindo ou corrigindo deformidades e auxiliando nas atividades diárias. Esses dispositivos permanentes ou temporários não demandam implantação ou remoção cirúrgica e são aplicados a um ou vários segmentos do corpo. As órteses favorecem o tratamento terapêutico ao ser utilizada como um adjunto no processo de reabilitação.

Já as próteses são dispositivos que substituem total ou parcialmente um membro amputado ou mal formado, órgão ou tecido ausente, muitas vezes atuando em série com o membro residual, enquanto os meios auxiliares de locomoção são equipamentos industrializados e indispensáveis à independência e inclusão social do usuário e funcionam como extensão do membro superior, possuindo o objetivo de transmitir descarga de peso e auxiliar e promover a locomoção (CER DIAMANTINA, 2021; BRASIL, 2019).

Os processos tradicionais de fabricação de aparelhos ortopédicos e protéticos ainda são, em sua maioria, manuais e requerem habilidades especiais do operador para obter um produto de qualidade (BARRIOS-MURIEL *et al.*, 2020). No CER Diamantina IV, um dos polímeros utilizados para produção desses dispositivos é o termoplástico poli(etileno tereftalato glicol) – PETG. Esse plástico é empregado durante a termomoldagem e suas sobras são provenientes de ajustes visando o conforto e a estética dos dispositivos.

Nesse sentido, tem-se conhecimento que esse procedimento resulta em

desperdício de materiais, em suma polímeros, e tem elevados custos de tempo e mão de obra. Visando propor uma reutilização dessas sobras empregando-as na confecção de novas órteses e próteses, é possível abordar a tecnologia de impressão 3D, que vem se tornando um processo industrial chave para desempenhar um papel relevante na transição de uma economia linear para a circular (SHAHAR *et al.*, 2020).

Para tanto, o PETG, que até então não possuía destino final útil, deve ser coletado e reciclado através de equipamentos selecionados visando sua termomoldagem em filamentos de impressora 3D. Espera-se que essa tecnologia transforme o processo devido à sua capacidade de transformar um modelo computadorizado em uma peça 3D, diminuindo os custos de transporte e armazenamento, visto que a peça pode ser produzida localmente sob medida conforme demanda.

Logo, o presente estudo objetiva levantar alternativas de reciclagem do PETG residual do processado da confecção de órteses e próteses, bem como, selecionar os equipamentos indispensáveis para que a rota de reciclagem selecionada seja viável. Além disso, o presente estudo contribui com a prática de economia circular, agregando valor ao plástico que seria descartado e impactando positivamente e diretamente o meio ambiente e a sociedade.

## METODOLOGIA

Inicialmente, para uma contextualização da problemática da reciclagem de resíduos de PETG provenientes da fabricação de próteses e órteses, realizou-se levantamentos estatísticos do número de indivíduos que usam OPMs com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, para quantificação do público alvo, funcionamento das unidades do CER dispostas pelo Brasil, bem como, recomendações a respeito de OPMs do Ministério da Saúde.

As bases de dados mais utilizadas para artigos foram *Google Academic*, *Scielo* e *MDPI* e, para livros, o *Google Books*. O filtro estabelecido para artigos científicos se referiu a trabalhos realizados nos últimos 10 anos (2011 a 2021) com foco em processos de reciclagem que podem e/ou já são aplicados ao PETG. Para livros, capítulos com o mesmo tema foram determinados como filtro. As palavras chaves, em inglês e português, que mais retornaram trabalhos de interesse foram: reciclagem, PETG, compósitos, órteses, próteses, plástico, polímero, impressão 3D e manufatura aditiva.

No geral, esse levantamento se baseou em 24 artigos e 13 livros, porém foram utilizadas cerca de 10 referências, entre artigos e livros, para estabelecer a proposta do processo de reciclagem do PETG. Os estudos descartados continham informações de temas indiretamente relacionados com a temática principal desse trabalho.

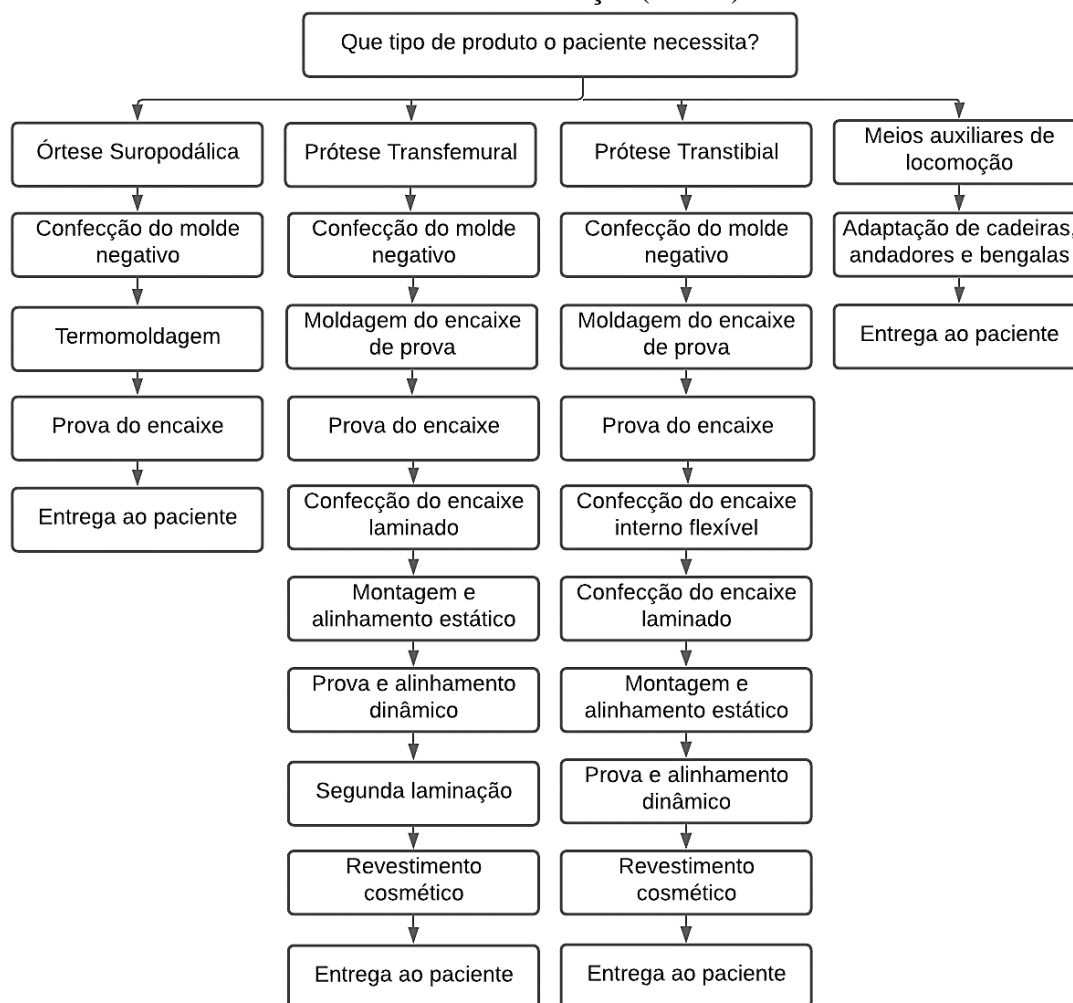
## DESENVOLVIMENTO

A Figura 1 apresenta um fluxograma que descreve as principais etapas no processo de produção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção do CER Diamantina IV, desde a prescrição do paciente até a entrega do produto ao mesmo.

O molde negativo, primeira etapa da produção de próteses e órteses, consiste em depositar uma camada de atadura gessada no membro do corpo que vai receber a órtese ou prótese, considerando fatores importantes para a confecção, como amplitude de movimentos, dor, patologias associadas que acumulam sequelas que possam influenciar no processo, dentre outros. Antes da atadura gessada, o membro do paciente é recoberto com uma interface que o proteja do contato direto com a atadura. Após a secagem do gesso, o molde é cortado sobre a tala de proteção de maneira a abrir toda a parte anterior

do molde.

Figura 1 – Fluxograma simplificado do processo de produção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção (OPMs).



Fonte: Autores, 2021.

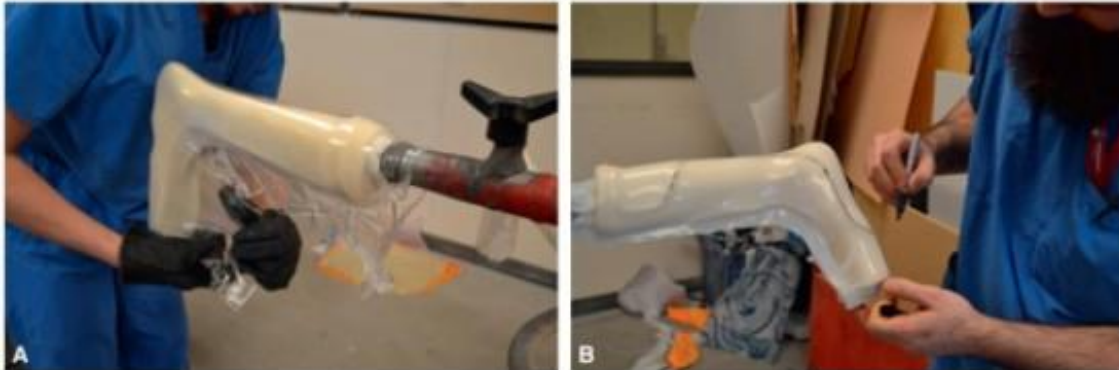
A etapa do processo de confecção de órtese com o polipropileno ou polietileno é denominada termomoldagem. Neste processo utiliza-se uma placa do polímero de 3 a 6 mm de espessura e, após ser recortada de forma que consiga cobrir todo o modelo em gesso, ela é levada ao forno a uma temperatura de, aproximadamente, 205°C até o material atingir um aspecto transparente. Uma vez que a placa de polímero é aquecida, ela é colocada sobre o molde de gesso.

Na Figura 2 (A) é possível observar que as extremidades do molde são seladas hermeticamente junto ao bocal da linha de sucção. A pressão negativa cria um vácuo que remove qualquer ar que tenha ficado preso entre o molde e o polímero. Quando o material adquire temperatura ambiente, é possível notar que o molde está formado. Posteriormente, após retirada das sobras, na Figura 2 (B) ocorre o acabamento do dispositivo.

O produto é confeccionado ou, caso seja pré-fabricado, ajustado, preparando-o para uma prova com o usuário que experimenta o produto uma ou mais vezes, de acordo com a necessidade. Ajustes finais são realizados para garantir que o produto esteja corretamente montado, preparado e adequado às condições específicas do usuário.

No processo de produção de próteses também ocorre a termomoldagem e é utilizado também o modelo de laminação. Esse modelo constitui em aplicar vários reforços de fibra de vidro sobre o molde e em seguida aplicar resina sobre eles; com esforço manual, colocar a resina de forma a deixar a superfície uniforme sobre a fibra e posteriormente esperar o processo de secagem. Após a secagem da fibra, faz-se o acabamento usando uma ferramenta cortante, em caso de rebarbas maiores, e lixas para acabamentos mais finos.

Figura 2 – Processo de confecção de órtese por termomoldagem: (A) placa de polímero sobre o molde selada e (B) ajuste final após retirada das sobras.



Fonte: Kogler *et al.* (2020).

Tanto as órteses quanto as próteses compartilham a mesma especificação ideal devendo ser leves, de alta rigidez para resistir ao cisalhamento, alta resistência à tração e compressão, alta durabilidade sob impacto, confortáveis, possuir uma estética natural, economicamente viáveis, baratas e fáceis de colocar ou tirar (SHAHAR *et al.*, 2019) (KANDASAMY *et al.*, 2020). Barrios-Muriel *et al.* (2020) mencionam que a escolha do material ao projetar as órteses e próteses é vital para que as mesmas sejam funcionais e adequadas ao usuário.

No início do século 20, as órteses eram fabricadas principalmente com faixas e barras de metal, madeira, fibras sintéticas e couro enquanto as próteses eram fabricadas, principalmente, com couro e madeira (KOGLER *et al.*, 2020). O conforto e função das próteses e órteses tem melhorado dramaticamente desde então devido aos avanços nas avaliações clínicas, projetos de OPMs e tecnologias de fabricação.

Com a introdução de novos materiais nos últimos 60 anos, a maioria dos materiais foram substituídos por polímeros e compósitos ou uma combinação de metal, polímeros e compósitos, resultando em melhorias significativas na função, durabilidade e aparência de próteses e órteses modernas (WONG; BEYGI; ZHENG, 2018). Kogler *et al.* (2020) ressaltam que apesar de uma gama de materiais disponíveis, os dispositivos com materiais tradicionais ainda estão em uso. O rápido progresso na tecnologia de materiais está diretamente ligado ao aumento da incidência de reabilitação de pacientes bem-sucedida (COOMBES; GREENWOOD; SHORTER, 1996).

As propriedades físicas dos materiais ortopédicos e protéticos que devem ser observadas incluem a elasticidade, dureza, densidade, resposta à temperatura, durabilidade, flexibilidade, compressibilidade e resiliência (SHAHAR *et al.*, 2019) (BARRIOS-MURIEL *et al.*, 2020). Cada propriedade física não pode ser usada de forma individual como um fator único na avaliação de materiais para dispositivos ortopédicos. Um material duro bem como um aspecto incorreto no design pode resultar em um dispositivo desconfortável ou biomecanicamente incorreto (KOGLER *et al.*, 2020). Além disso, as peças e materiais das órteses e próteses devem estar prontamente e amplamente



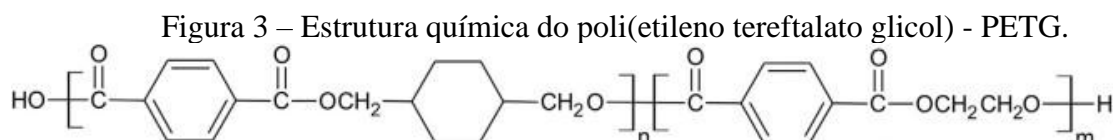
disponíveis para garantir um fornecimento contínuo para reparo e manutenção (KANDASAMY *et al.*, 2020).

Segundo Wong, Beygi e Zheng (2018), o desenvolvimento de polímeros revolucionou a prescrição de órteses e próteses devido a sua variedade e versatilidade, aparência superior, ampla aplicação, excelentes propriedades, facilidade de produção e baixo custo, se tornando materiais predominantes nesta tecnologia e sendo preferidos, principalmente, pela facilidade com que podem ser fundidos, moldados ou extrudados (SILVA; GUILHON, 2019).

### Considerações sobre o poli(etileno tereftalato glicol) – PETG

O poli(etileno tereftalato) - PET é um poliéster semicristalino composto por etilenoglicol e ácido tereftalato e com ampla aplicação na forma de fibras ou filmes. Devido à alta rigidez, excelente estabilidade dimensional e boa transparência óptica apresentam diversas aplicações (SILVA; GUILHON, 2019). Já o poli(etileno tereftalato glicol) - PETG, cuja estrutura química é mostrada na Figura 3, é um polietileno modificado obtido através da substituição de parte dos grupos etilenoglicol do PET, por grupos 1,4-ciclohexanodimetanol - CHDM (CHEN; ZHANG, 2015). Essa substituição ocorre durante a polimerização, de modo a produzir um copolímero amorfo com elevada resistência na forma fundida, o que permite seu uso em processos de extrusão e sopro (COOMBES; GREENWOOD; SHORTER, 1996; WIEBECK; HARADA, 2005).

Segundo Chen, Zhang e Zhang (2015), o copoliéster é essencialmente amorfo quando o CHDM está na faixa de 32 a 62 %. Com a adição do CHDM ocorre a redução da cristalinidade da resina final, aumento da ductilidade e resistência ao impacto (WIEBECK; HARADA, 2005), melhores características de moldagem, resistência ao calor, tenacidade e estabilidade química (ARANGDAD, 2015), alta transparência e brilho, baixo embaçamento e boa capacidade de impressão (VIDAKIS *et al.*, 2021).



Fonte: Adaptado de Chen e Zhang (2015).

Além disso, o comportamento térmico do polímero muda com a introdução de CHDM e este pode ser misturado com outros polímeros para melhoria na processabilidade e propriedades físicas (ARANGDAD, 2015). Ainda em seu estudo, Arangdad (2015) afirma que copoliésteres amorfos contendo CHDM apresentam temperaturas vítreas próximas a 80 °C, sendo útil também para aplicações de termoformação que requerem formas complexas. Algumas propriedades do PETG podem ser observadas no Quadro 1.

Devido a essas características, o PETG é usado em muitos segmentos industriais como em embalagens (LATKO-DURALEK; DYDEK; BOCZKOWSKA, 2019), na odontologia, por exemplo, em aparelhos ortodônticos e aparelhos oclusais de relaxamento muscular (CORINA *et al.*, 2014) e em próteses e órteses (COOMBES; GREENWOOD; SHORTER, 1996). Nos últimos anos, o PETG também se tornou o material preferido para impressão 3D (CORINA *et al.*, 2014) sendo usado inclusive para produção de *face shields* (ZHANG *et al.*, 2020) e filamentos para impressão 3D (SUBBARAO *et al.*, 2021).

Quadro 1 – Algumas propriedades físicas e térmicas do PETG.

Densidade	1,27 kg/m <sup>3</sup>
Absorção de água	0,13 % em peso
Elongação na ruptura	110 %
Resistência à tração	400 psi
Resistência à flexão	10.000 psi
Módulo de flexão	300.000 psi
Resistência ao impacto Izod	1,9 ft.lb/in
Dureza Rockwell	R105
HDT a 66 psi	159 °C
Temperatura de amolecimento	88 °C
Rigidez dielétrica	18 kV/mm
Temperatura de transição vítrea	88 °C

Fonte: Adaptado de Wiebeck e Harada (2005).

Assim como o PET, o PETG pode ser reciclado de forma mecânica, química e através da incineração, onde ocorre a recuperação da energia química armazenada no polímero na forma de energia térmica (ZANDER, 2019), embora esse último não seja ecologicamente recomendado. Corina *et al.* (2014) descrevem em seus estudos que os recentes desenvolvimentos de impressoras e extrusoras de material 3D oferecem uma nova possibilidade para a reciclagem de polímeros, como o PETG.

### Proposta de processo de reciclagem mecânica do PETG

O conhecido logotipo internacional de reciclagem, às vezes, é acompanhado pelos termos reduzir, reutilizar, reciclar - 3Rs, expressando que devemos reduzir o consumo de matérias-primas não renováveis e tóxicas bem como reduzir o desperdício de alimentos, maximizar a reutilização dos produtos, empregando-os em todas as funções que lhe podem ser úteis e, por fim, reciclar quando a vida útil dos mesmos terminar, para renascer como novos produtos (DIJKERS, 2019).

Nesse sentido, a teoria dos 3Rs deve ser entendida em ordem de sua importância: reduzir é essencial, reutilizar para diminuir os danos ao meio ambiente e, se não for possível, então reciclar, para redução energética e de recursos (STADLER; MENEGAZZO, 2013).

Os processos de reciclagem de materiais plásticos podem ser classificados em três tipos: químico, mecânico e energético. No Brasil, a técnica mais utilizada é a reciclagem mecânica (ZANIN; MANCINI, 2015; SLAVIERO; ROMANO; SANTOS, 2021) e, em países europeus e asiáticos, a reciclagem energética é a mais comum, sendo a energia liberada na incineração recuperada na forma de vapor ou eletricidade (SLAVIERO; ROMANO; SANTOS, 2021).

A reciclagem química envolve a clivagem das cadeias do polímero, conduzindo a despolimerização total, de volta às unidades monoméricas, ou despolimerização parcial, levando aos oligômeros. Os blocos de construção poliméricos podem, em seguida, ser purificados e reutilizados como matéria-prima para produzir produtos químicos de alta qualidade, como hidrocarbonetos, óleos ou monômeros (GARCIA; ROBERTSON, 2017; LATKO-DURALEK; DYDEK; BOCZKOWSKA, 2019).

Já no processo de reciclagem mecânica, o polímero é separado dos contaminantes, moído em uma determinada granulometria por meios mecânicos, lavado, seco adequadamente em condições controladas e então extrudado visando a remoldagem do

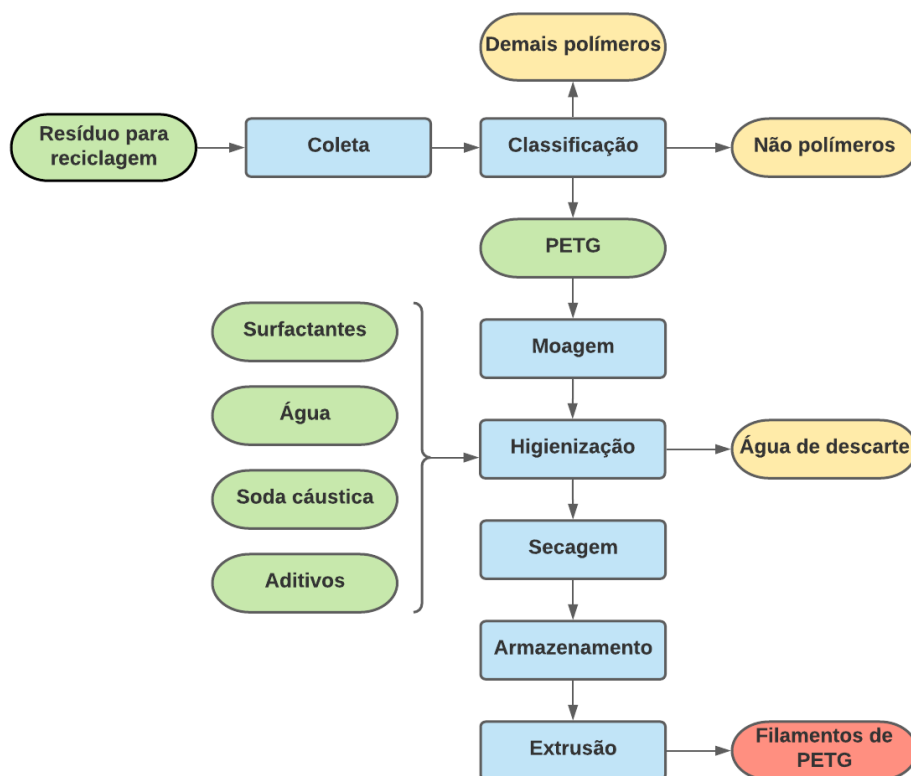
polímero, que muitas vezes é misturado com plástico virgem do mesmo tipo para produzir um material com propriedades de manufatura (LATKO-DURALEK; DYDEK; BOCZKOWSKA, 2019).

Embora haja importantes aspectos econômicos e ambientais como incentivos para reciclagem de plásticos, as opções de tratamento para resíduos sólidos de plástico são, na prática, bastante limitados (STADLER; MENEGAZZO, 2013) e, segundo Garcia e Robertson (2017), existem barreiras a se superar para que seja possível aumentar as taxas de reciclagem, podendo citar a ausência de aprimoramento da coleta e métodos de transporte, tecnologias avançadas de limpeza e classificação, estratégias para reciclagem de misturas ou matérias-primas contaminadas e novas metodologias para reciclar uma gama mais ampla de plásticos em geral.

Na Figura 4 observa-se um fluxograma que descreve as principais etapas no processo de reciclagem mecânica do PETG. A reciclagem mecânica se inicia na coleta do material e posterior separação, sendo esta por tipo de polímero e possível ser também por cor e/ou qualquer outro parâmetro. Além disso, nessa etapa retiram-se os contaminantes como papel, matéria orgânica, metal, madeira e outras impurezas (SLAVIERO; ROMANO; SANTOS, 2021). Esta separação é fundamental para manter a qualidade e as propriedades dos produtos que serão fabricados (STADLER; MENEGAZZO, 2013).

Em seguida, o PETG é reduzido em pequenos fragmentos, o que auxilia não somente a diminuir o volume para transporte e armazenamento, mas também para processar o material nas próximas fases da reciclagem. Essa etapa de trituração é fundamental, já que é possível triturar basicamente qualquer tipo de material termoplástico permitindo sua reutilização (CALLISTER, 1999).

Figura 4 – Fluxograma simplificado da proposta de reciclagem mecânica dos resíduos de PETG.



Fonte: Autores, 2021.

Para esse propósito é utilizado um moinho especificamente projetado para reduzir de maneira uniforme os materiais termoplásticos que, então, poderão ser empregados em diferentes processos de fabricação (PERRECHI; PICONE; CUNHA, 2018).

A próxima etapa é a de higienização, feita geralmente com água fria ou quente, até 60 °C. Em alguns casos, pode-se usar soda cáustica diluída em água ou surfactantes para a lavagem química. Além disso, o polímero pode passar ou não por uma etapa de aditivação, onde se incorpora certos aditivos ao produto, a fim de corrigir algumas propriedades (SLAVIERO; ROMANO; SANTOS, 2021).

Segundo Silva e Wiebeck (2020), a lavagem pode ocorrer em tanques, ciclones ou de forma manual, quando não há necessidade de lavagem química. A posterior etapa de secagem do plástico moído é extremamente importante para minimizar as reações de degradação durante as próximas etapas de reciclagem mecânica (SILVA; WIEBECK, 2020).

Os grânulos de PETG devem ser secos antes da extrusão visto que o nível de umidade final do material deve ser menor que 0,02 % em peso. A temperatura de secagem não deve exceder 66 °C e deve ser de, no mínimo, 4 horas (WIEBECK; HARADA, 2005). Ainda de acordo com Silva e Wiebeck (2020), a secagem pode ocorrer de forma natural, em pequenas escalas, ou em secadores térmicos onde os grânulos passam por uma série de tubos de aço inoxidável misturados com ar quente. Em seguida estes podem ser prensados para serem armazenados em silos buscando facilitar transporte e/ou alocação.

Por fim, estes fragmentos são moldados podendo ser através da extrusão, moldagem por compressão e por transferência, insuflação ou injeção (CALLISTER, 1999). Ainda de acordo com Callister (1999), em cada um desses métodos o plástico peletizado ou granulado é forçado, a uma temperatura elevada e com pressão, a escoar para o interior, preencher e assumir a forma da cavidade de um molde.

Existem limitações para as tecnologias de reciclagem mecânica pois cada tipo de plástico responde de maneira diferente ao processo dependendo de sua composição química, comportamento mecânico e propriedades térmicas (GARCIA; ROBERTSON, 2017).

### **Seleção dos equipamentos do processo**

Moagem, cominuição ou redução de tamanho são termos que descrevem as técnicas utilizadas para reduzir o tamanho de materiais sólidos e as máquinas que realizam a moagem são denominadas moinhos (PERRECHI; PICONE; CUNHA, 2018). A moagem também pode ser realizada com o objetivo de obter um material com aspecto mais fino e homogêneo, como no caso do açúcar refinado (ZANIN; MANCINI, 2015).

Com essa operação, é possível aumentar a área superficial do material e estabelecer uma certa uniformização no tamanho das partículas, o que pode garantir a eficiência nas próximas etapas de processamento. Matos (2015) explica que essa eficiência utilizando partículas menores pode estar relacionada, principalmente, ao fato de acelerar reações químicas, aumentar a capacidade de solubilidade, facilitar extrações, aquecimento, resfriamento e secagem.

Apesar da redução de tamanho conferir diversas vantagens à eficiência do processo e ao produto intermediário ou final, trata-se de um processo de difícil controle da distribuição do tamanho das partículas e de baixo rendimento energético (PERRECHI; PICONE; CUNHA, 2018). Nesse sentido, após a moagem os produtos podem passar ou não por um sistema de peneiramento para padronizar a sua granulometria.

Para que a fragmentação do material ocorra são aplicadas forças de impacto, com pressão, abrasão e/ou corte em equipamentos como moinhos de bolas, de facas, de

martelos, de disco e de rolos, dados esses dispostos na Quadro 2. A escolha do tipo de moinho dependerá essencialmente das características do produto como composição, tamanho e textura, e a granulometria final desejada (MATOS, 2015).

Quadro 2 – Principais moinhos comerciais, tipo de força empregada e empregabilidade

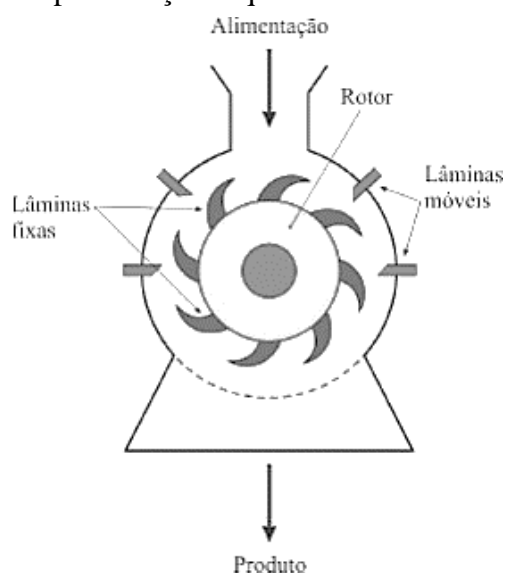
<b>Tipo</b>	<b>Força para fragmentação</b>	<b>Empregado em materiais</b>
de disco	impacto e cisalhamento	semiduros, quebradiços ou fibrosos
de facas	cisalhamento (e impacto)	semiduros, macios, fibrosos ou elásticos
de martelos	impacto e cisalhamento	macios ou semiduros
de bolas	impacto e cisalhamento	duros
de rolos	compressão e cisalhamento	pastosos, macios, semiduros ou quebradiços

Fonte: Adaptado de Perrechi, Picone e Cunha (2018).

Apesar dos moinhos distribuídos na Tabela 2, estudos de Zanin e Mancini (2015), França, Fontes e Castro (2016), Macko (2012) e Mikulionok (2011) e Silva e Wiebeck (2020) explicitam que o moinho de facas é o mais indicado para moagem grossa e média de resíduos poliméricos, nesse caso o PETG, bem como, pneus, couro, vegetais, papéis entre outros materiais.

Essas máquinas são caracterizadas por executar cortes de materiais através do cisalhamento, por meio de um compartimento com lâminas fixas com o gume virado para cima acopladas a um rotor, e lâminas móveis com o gume virado para baixo. Abaixo no sistema de facas existe uma tela metálica removível, que funciona como uma peneira, podendo essa tela ser trocada por outra com uma granulometria maior ou menor. Quanto menor a granulometria da tela, menor os flocos produzidos. Os grânulos menores passam pela peneira e os demais ficam retidos para serem novamente moídos (ZANIN; MANCINI, 2015). O esquema representativo do moinho de facas está disposto na Figura 5.

Figura 5 – Representação esquemática do moinho de facas.



Fonte: Perrechi, Picone e Cunha (2018).

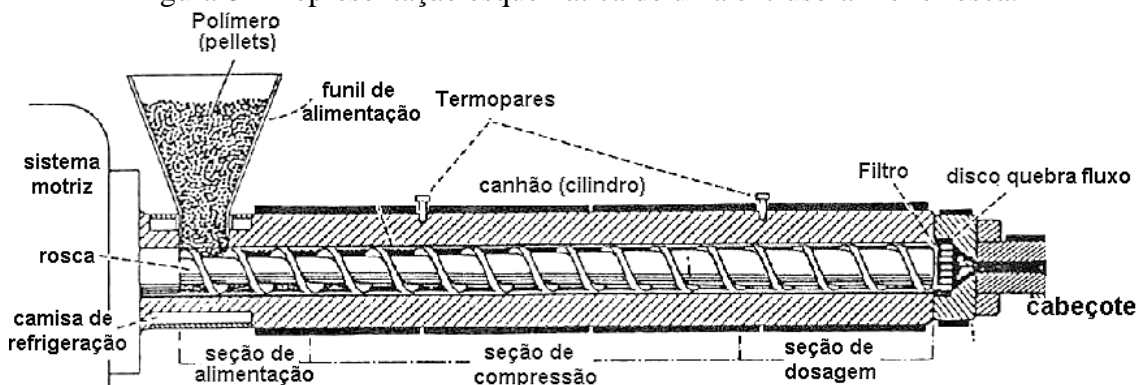
O moinho de facas deve ser alimentado com partículas de 140 a 50 mm e o produto final tem tamanho entre 50 a 5 mm. As lâminas devem estar sempre bem afiadas de modo

a se evitar danos ao produto por esmagamento e gasto desnecessário de energia (PERRECHI; PICONE; CUNHA, 2018). Como vantagens do moinho de facas frente aos demais pode-se citar a possibilidade de escolher e controlar a granulometria do produto final, devido a variedade de peneiras, baixo custo, fácil troca das lâminas e fácil higienização (MIKULIONOK, 2011).

Outro equipamento importante no processamento é a extrusora. Extrusão é uma operação na qual materiais assumem uma forma quando são moldados numa matriz (CALLISTER, 1999). Dentro da extrusora o material é fundido e forçado a se deslocar através dos parafusos, saindo pelo bocal, que confere o formato desejado através da matriz (VIDAKIS *et al.*, 2020).

A alimentação dos grânulos ou pellets pode ocorrer em um processo em batelada ou contínuo. Essa operação é comumente empregada para polímeros termoplásticos e, para esse material, a extrusora empregada é do tipo parafuso (CALLISTER, 1999). Esses equipamentos são divididos em extrusoras de parafuso único e multi-parafuso. A extrusora de único parafuso é a mais usada na indústria de polímeros (RAUWENDAAL, 2014) e ela consiste em um cilindro metálico que contém em seu interior um parafuso arquimediano (SOUZA; ALMEIDA, 2015). Suas principais vantagens são custo relativamente baixo, design simples, robustez e confiabilidade e uma relação desempenho/custo favorável (VIDAKIS *et al.*, 2020). A representação de uma extrusora mono rosca pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 – Representação esquemática de uma extrusora mono rosca.



Fonte: Chanda (2018).

De acordo com Souza e Almeida (2015), o parafuso é suportado pela extremidade preso a um sistema de acionamento, em que o motor elétrico (220 V e 440 V) faz girar a rosca via engrenagens redutoras. Um mancal de empuxo axial mantém a rosca centralizada dentro do cilindro e a folga entre o filete da rosca e o cilindro da extrusora é muito pequena. Esse parafuso contém passo (distância entre dois filetes consecutivos) constante e profundidade do canal variável ao longo do cilindro. Na seção de alimentação, o parafuso geralmente tem diâmetro menor para realizar o transporte, visto que o material está no estado sólido. Já na última seção, com o material já fundido, o parafuso tem diâmetro maior (SOUZA; ALMEIDA, 2015) (RAUWENDAAL, 2014). Essa diferença de volume é importante para permitir a compressão adequada, eliminando ar e também garantindo uma pressão constante no cabeçote (SOUZA; ALMEIDA, 2015).

A temperatura é controlada por termopares e sistemas de aquecimento e resfriamento. O aquecimento ocorre, geralmente, por resistências elétricas. O resfriamento, por sua vez, pode ocorrer por convecção natural mas, caso necessário, pode-se aplicar convecção forçada através de ventoinhas, circulação de água por uma camisa de refrigeração ou pelo centro da rosca. Nas extrusoras de rosca simples, a maior parte do

calor necessário para o aquecimento do polímero é proveniente do atrito entre o polímero e as superfícies metálicas e, também, devido ao atrito entre as partículas de polímero (CHANDA, 2018).

Ainda segundo Souza e Almeida (2015), o disco quebra-fluxo é fundamental na mudança do direcionamento do fluxo do cilindro e do cabeçote. Esse disco consiste em uma peça metálica, de espessura razoavelmente grande para suportar as pressões geradas no processamento, toda perfurada para promover a passagem de parte do material. Isso promove o retorno de parte do fluxo para o cilindro e aumenta a homogeneização do material. Juntamente com o disco, encontra-se um filtro responsável por impedir impurezas contidas no material capazes de entupir a matriz.

Alguns produtos plásticos liberam gases quando aquecidos. Nesses casos, o projeto do equipamento deve incorporar elementos para a degasagem, que consiste em um ou mais orifícios (a 3/4 do comprimento) no cilindro a partir do qual os voláteis, por diferença de pressão ou vácuo, podem ser extraídos (CHANDA, 2018). Entretanto, de modo geral, o PETG não produz fumaça ou odores durante o processo de extrusão.

O cabeçote de uma extrusora tem como função equalizar a pressão do parafuso/cilindro e transportar o composto do disco quebra-fluxo para a matriz. Dependendo do tipo de produto extrudado, são utilizados diferentes conjuntos de cabeçote e de matriz (SOUZA; ALMEIDA, 2015). No caso da fabricação de filamentos, a matriz possui um pequeno círculo em seu meio, assim o extrudado sai com a forma de um cilindro (VIDAKIS *et al.*, 2020).

Esse filamento pode ser empregado na impressão 3D e, ao se operar a impressora, tem-se que a temperatura de impressão abrange uma faixa de 220°C à 250°C e necessita de mesa aquecida (BESKO; BILYK; SIEBEN, 2017). Wiebeck e Harada (2005) demonstram em seus estudos que a temperatura de impressão se situa na faixa entre 220 e 290°C enquanto segundo Mehta, Sudhakaran e Rath (2021), a temperatura de impressão do PETG é de 250 °C e a temperatura da mesa é 80 °C.

Como o CER Diamantina IV conta com uma impressora 3D, a implementação da reciclagem mecânica se torna uma possibilidade, a depender do volume demandado. Independente, contribui-se dessa forma com o fim do descarte de resíduos de PETG. Consequentemente, possibilita-se a fabricação de novas peças para a oficina de próteses e órteses, ou sua comercialização, dependendo de uma análise econômica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, os polímeros termoplásticos são baratos, leves e duráveis, o que os torna adequado para ser moldado em uma variedade de produtos que podem ser usados em uma ampla gama de aplicações. Nos últimos 60 anos, a produção de plásticos aumentou significativamente causando um grande problema no mundo e evidenciando a ausência do descarte correto e de uma reciclagem efetiva, visto que 90 % de todo plástico produzido globalmente não passa por nenhum tratamento.

Este estudo revela que o processo de reciclagem mecânica é a técnica mais simples para tratar resíduos poliméricos em comparação com os demais, pois o moinho de facas e a extrusora monosca, necessários para a produção de filamentos, são de fácil aquisição e oferecem ao polímero reciclado as características necessárias para impressão 3D. Além disso, estudos a respeito da termomoldagem de polímeros, especialmente o PETG, são relativamente recentes, o que amplia a janela de possibilidades de aplicação deste processo.

A reciclagem de resíduos de PETG provenientes da fabricação de próteses e órteses implementa a economia circular no CER Diamantina IV, sendo fundamental para uma sociedade mais limpa e consciente. Portanto, esse projeto se apresenta como uma possibilidade de reciclagem desse plástico, podendo ser aplicado em outras instituições e testado para demais polímeros.

O estudo de viabilidade econômica também deve ser realizado. Sabe-se que as resinas para produção das placas de PETG, e a própria placa, pode vir de outros países, o que encarece seu preço e dificulta a distribuição em território nacional. Entende-se que o fator econômico é importante e ajudará na decisão da utilização dos filamentos produzidos, ou em sua comercialização, de forma a subsidiar e manter o sistema produtivo. Esse estudo deve considerar o custo de aquisição e instalação dos equipamentos, além do consumo energético e uma estimativa das horas trabalhadas para implementação do processo de reciclagem, entre outros aspectos.

## REFERÊNCIAS

Agência IBGE Notícias. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em: 18/08/2021.

ARANGDAD, K. **Photodegradation of Co-polyester Films: A Mechanistic Study**. 2015. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual da Carolina do, Raleigh, North Carolina, 2015.

BARRIOS-MURIEL, J.; ROMERO-SANCHEZ, F.; ALONSO-SANCHEZ, F.; SALGADO, D. Advances in orthotic and prosthetic manufacturing: A technology review. **Materials**, v. 13, n. 2, p. 295, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/2/295>. Acesso em: 02/09/2021.

BESKO, M.; BILYK, C.; SIEBEN, P. G. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. **Gestão, tecnologia e informação**, v. 1, n.3, p. 9-18, 2017. Disponível em: <https://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>. Acesso em: 02/09/2021.

BRASIL. **Guia para Prescrição, Concessão, Adaptação e Manutenção de Órteses, Próteses e Meios Auxiliares de Locomoção**. Departamento de Atenção Especializada e Temática. – Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_manutencao\\_orteses\\_proteses\\_auxiliares\\_locomocao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_manutencao_orteses_proteses_auxiliares_locomocao.pdf). Acesso em: 19/09/2021.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. Salt Lake City: LTC, 1999.

CER Diamantina. **CER Diamantina - Centro Especializado em Reabilitação**. 2021. Disponível em: <http://cerdiamantina.com.br/sobre/#quem-somos>. Acesso em: 11/08/2021.

CHANDA, M. **Plastic Technology Handbook**. 5. ed. Nova Iorque: CRC Press, 2018.

CHEN, R. K.; JIN, Y. A.; WENSMAN, J.; SHIH, A. Additive manufacturing of custom orthoses and prostheses—a review. **Additive Manufacturing**, v. 12, part A, p. 77–89, 2016. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860416300550?via%3Dihub>. Acesso em: 02/10/2021.

CHEN, T.; ZHANG, J. Non-isothermal cold crystallization kinetics of poly (ethylene glycol-co-1,4-cyclohexanedimethanol terephthalate) (petg) copolyesters with different compositions. **Polymer Testing**, v. 48, n. 10, p. 23-30, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142941815002135?via%3Dihub>. Acesso em: 02/10/2021.

CHEN, T.; ZHANG, W.; ZHANG, J. Alkali resistance of poly(ethylene terephthalate) (pet) and poly(ethylene glycol-co-1,4-cyclohexanedimethanol terephthalate) (petg) copolyesters: the role of composition. **Polymer Degradation and Stability**, v. 4, n. 120, p. 232–243, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391015300392?via%3Dihub>. Acesso em: 03/10/2021.

COOMBES, A.; GREENWOOD, C. D.; SHORTER, J. J. Plastic Materials for External Prostheses and Orthoses. *In*: WISE, D. L.; TRANTOLO, D. J.; ALTOBELLI, D. E.; YASZEMSKI, M. J.; GRESSER, J. D (ed). **Human Biomaterials Applications**. Totowa: Humana Press, 1996. v. 1, cap. 11, p. 215-256.

CORINA, M.; STOICA, E.; BORTUN, C.; NEGRUTIU, M.; SINESCU, C.; TUDOR, A. Advantages of a polyethylene terephthalate glycol-modified coated with a thermoplastic polyurethane as an occlusal appliance material. **Revista de Chimie**, v. 65, n. 6, p. 734–736, 2014. Disponível em: <https://revistadechimie.ro/Articles.asp?ID=4116>. Acesso em: 28/11/2021.

DIJKERS, M. Reduce, reuse, recycle: good stewardship of research data. **Spinal Cord**, n. 57, p.165–166, 2019. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaq0324>. Acesso em: 28/11/2021.

GARCIA, J. M.; ROBERTSON, M. L. The Future of Plastics Recycling. **Science**, v. 358, n. 6362, p. 870–872, 2017. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaq0324>. Acesso em: 14/10/2021.

FRANÇA, S. C. A.; FONTES, S. S.; CASTRO, K. Influência do tipo de moinho na distribuição de tamanho e morfologia de partículas de muscovita. *In*: SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, IV, 2016. **Anais [...]**. João Pessoa: CETEM, 2021.

IBGE. **Conheça o Brasil - População: Pessoas com deficiência**. 2021. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 18/08/2021.

KANDASAMY, J.; SOUNDHAR, A.; RAJESH, M.; MALLIKARJUNA, R. D.; KAR, V. R. Natural Fiber Composite for Structural Applications. *In*: MOHAMMAD, J.; AHMAD, H; MOHAMED, T. H. S (ed). **Structural Health Monitoring System for Synthetic, Hybrid and Natural Fiber Composites**. Sinagapura: Springer Singapore, 2020. p. 1-8.

KOGLER, G. F.; BRIDGES, M.; HILLIARD, J.; CHUI, K. K.; GRESSER, J. Materials and Technology. *In*: CHUI, K. C.; JORGE, M.; YEN, S.-C.; LUSARDI, M (ed). **Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation E-Book**. Missouri: Elsevier, 2020. p. 144-163.

LATKO-DURALEK, P.; DYDEK, K.; BOCZKOWSKA, A. Thermal, Rheological and Mechanical Properties of PETG/rPETG Blends. **Journal of Polymers and the Environment**, Springer New York: LLC, v. 27, n. 11, p. 2600–2606, 2019. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10924-019-01544-6>. Acesso em: 18/10/2021.

MACKO, M. Size Reduction by Grinding as an Important Stage in Recycling. *In*: DAMANHURI, E. (ed.). **Post-Consumer Waste Recycling and Optimal Production**. Croácia: InTech, 2012. v. 1, cap. 15, p. 273-306.

MATOS, S. P. **Operações Unitárias - Fundamentos, Transformações e Aplicações dos Fenômenos Físicos e Químicos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015.

MEHTA, V.; SUDHAKARAN, S. V.; RATH, S. N. Facile Route for 3D Printing of Transparent PETg-Based Hybrid Biomicrofluidic Devices Promoting Cell Adhesion. **ACS Biomaterials, Science and Engineering**, n. 7, p. 3947–2963, 2021. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsbiomaterials.1c00633>. Acesso em: 14/10/2021.

MIKULIONOK, I. O. Pretreatment of recycled polymer raw material. **Russian Journal of Applied Chemistry**, n. 6, p. 1105–1113, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS1070427211060371>. Acesso em: 14/10/2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Ambiência dos Centros Especializados em Reabilitação (CER) e das Oficinas Ortopédicas**. 2017. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/pessoacomdeficiencia>. Acesso em: 18/08/2021.

PERRECHI, F. A.; PICONE, C. S. F.; CUNHA, R. L. Operações de redução de tamanho. *In*: TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; FILHO, P. A. P. (Ed.). **Operações unitárias na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: LTC, 2018. p. 293-322.

PINHEIRO, L. L. S.; PAIVA, A. K. O.; SILVA, J. S.; GUERRA, A. R. O.; NETO, C. L. B. G. Estudo de revisão sobre gerenciamento de órteses, próteses e materiais especiais para aplicação em uma instituição de saúde. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 9, n. 3, p. 68-89, 1996, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/reb/article/view/18764>. Acesso em: 26/11/2021.

RAUWENDAAL, C. **Polymer Extrusion 5E**. 5. ed. Munique: Hanser, 2014.

SHAHAR, F. S.; HAMEED, S. M. T.; LEE, S. H.; JAWAID, M.; MD, S. A. U.; SAFRI, S. N. A.; SIVASANKARAN, P. N. A review on the orthotics and prosthetics and the potential of kenaf composites as alternative materials for ankle-foot orthosis. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 99, p. 169–185, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31357064/>. Acesso em: 27/08/2021.

SILVA, A.; GUILHON, D. Comparative Analysis of Ankle Prosthesis Connector Adapters in 3D Printed Using PLA and PETG. **Springer**, 2019. p. 155-161. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-2119-1\\_24](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-2119-1_24). Acesso em: 15/11/2021.

SILVA, D.; WIEBECK, H. Current options for characterizing, sorting, and recycling polymeric waste. **Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology**, v. 16, n. 4, p. 284-303. 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1477760620918603>. Acesso em: 02/01/2022.

SLAVIERO, G. M.; ROMANO, L. N.; SANTOS, C. G. Definição das especificações de projeto de um triturador doméstico de polímeros. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA MECÂNICA, XXVII, 2021, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ABCM, 2021.

SOUZA, W. B. P.; ALMEIDA, G. S. G. d. **Processamento de Polímeros por Extrusão e Injeção - Conceitos, Equipamentos e Aplicações**. 5. ed. São Paulo: Érica, 2015.

STADLER, R. d. C. d. L.; MENEGAZZO, R. C. S. Reduzir, reutilizar ou reciclar? O importante é evitar o desperdício. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, XI, 2013. **Anais [...]**. Curitiba: puc, 2013.

SUBBARAO, C. V.; REDDY, Y. S.; INTURI, V.; REDDY, M. I. Dynamic mechanical analysis of 3d printed PETG material. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 1057, p. 12-31, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1057/1/012031/pdf>. Acesso em: 19/08/2021.

VIDAKIS, N.; PETOUSIS, M.; TZOUNIS, L.; GRAMMATIKOS, S. A.; PORFYRAKIS, E.; MANIADI, A.; MOUNTAKIS, N. Sustainable additive manufacturing: Mechanical response of polyethylene terephthalate glycol over multiple recycling processes. **Materials**, v. 14, n. 5, p. 1–16, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/5/1162>. Acesso em: 19/08/2021.

VIDAKIS, N.; PETOUSIS, M.; VELIDAKIS, E.; M, L.; MECHTCHERINE, V.; TZOUNI, L. On the Strain Rate Sensitivity of Fused Filament Fabrication (FFF) Processed PLA, ABS, PETG, PA6, and PP Thermoplastic Polymers. **Polymers**, n. 12, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/12/2924>. Acesso em: 19/08/2021.

WIEBECK, H.; HARADA, J. **Plástico de engenharia - Tecnologia e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

WONG, M.; BEYGI, B.; ZHENG, Y. Materials for exoskeletal orthotic and prosthetic systems. *In*: **Encyclopedia of Biomedical Engineering**. Netherlands: Elsevier, 2018, v. 1, n. 3, p. 352-367. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383110402?via%3Dihub> Acesso em: 24/11/2021

ZANDER, N. E. Recycled Polymer Feedstocks for Material Extrusion Additive Manufacturing. *In: SEPPALA, J. E.; KOTULA, A. P.; SNYDER, C. R. (Ed.). Polymer-Based Additive Manufacturing: Recent Developments*. Gaithersburg: Elsevier, 2019. v. 1, cap. 3, p. 37–51.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. 2. ed. São Carlos: Edufscar, 2015.

ZHANG, P. C.; AHMED, Y.; HUSSEIN, I. M.; AFENU, E.; FEASSON, M.; DAUD, A. Optimization of community-led 3D printing for the production of protective face shields. *3D Printing in Medicine, BioMed Central*, v. 6, n. 1, p. 1–8, 2020. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/covidwho-1021506>. Acesso em: 02/10/2021.


Capítulo 20

## **VIABILIDADE TÉCNICA E AMBIENTAL DE TIJOLOS PRODUZIDOS A PARTIR DE LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO**

**Poliana Arruda Fajardo, Valdir Francisco da Silva**

**Resumo:** A inovação da pesquisa discutida neste trabalho é o reaproveitamento conjunto de lodos de ETA e ETE, já que são de destinação difícil, devido às suas características químicas e biológicas. O objetivo deste trabalho é, portanto, discutir dados de um relatório da Petrobrás sobre a viabilidade técnica da incorporação dos lodos de ETA e ETE em massa argilosa para a produção de tijolos, no que se refere a efluentes gasosos provenientes da queima dos tijolos e também quanto à absorção de água de tijolos queimados, tanto para aqueles formados somente por argila quando para os que tiveram acréscimo desses lodos. As análises das variáveis foram realizadas por dois laboratórios externos, sendo um da Universidade de São Paulo. Os resultados mostram que a absorção de água e a emissão de efluentes gasosos estão dentro dos parâmetros pertinentes e que os tijolos são viáveis dos pontos de vista técnico e ambiental.

**Palavras-chave:** ETA. ETE. Reutilização. Absorção de água. Efluentes gasosos.

P. A. Fajardo (  ). Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. São Carlos, SP, Brasil.  
e-mail: poliarruda@gmail.com.

V. F. Silva (  ). Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. São Carlos, SP, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

A água tem papel importante em várias etapas do processo de produção em diversos segmentos industriais. No caso de refinarias de petróleo, é fundamental nos processos de produção de combustíveis, nos quais, em sua forma líquida, tem o objetivo principal de resfriar unidades e equipamentos e, na fase de vapor, de colaborar para o aquecimento e refino do petróleo cru.

Para o refino do petróleo, no entanto, é necessário que essa água seja tratada previamente, como ocorre na Estação de Tratamento de Água da Refinaria de Paulínia - SP (ETA/Replan), uma das unidades da Petrobrás do estado de São Paulo, onde a água recebe o tratamento adequado para cada etapa de fabricação de combustível.

A ETA/Replan é de ciclo completo e possui as etapas: pré-sedimentação, pré-cloração, coagulação/floculação, decantação, filtração e cloração, que são complementadas por outras etapas pertinentes à geração de vapor.

Como em todo processo de produção, contudo, durante o tratamento da água são gerados resíduos que necessitam de uma destinação adequada para não causar impactos ambientais e não comprometer seus locais de descarte. No tratamento de água da ETA/Replan, assim como de ETAs que tratam a água consumida nos municípios, o principal resíduo gerado é um lodo químico, proveniente principalmente das etapas de coagulação/floculação e decantação.

Por outro lado, toda água já utilizada nos processos de fabricação também precisa ser tratada antes de sua devolução aos corpos receptores, pois pode causar impactos negativos ao meio ambiente, o que é realizado pelas Estações de Tratamento de esgotos Sanitários ou de Efluentes, as ETEs.

Encontram-se na literatura e na prática vários tipos de tratamentos de esgoto sanitário. Em comum, a geração de resíduos, como os do tratamento preliminar e os gases provenientes de reações aeróbicas e anaeróbicas. Mas, o resíduo com maior quantidade e destinação mais difícil é o lodo, a exemplo do que acontece com as ETAs (FAJARDO, 2019), o que se aplica também às ETEs industriais, como a ETE/Votorantim - ETE/VCP, localizada no interior do estado de São Paulo e cuja produção é voltada a papel e celulose.

Embora diferentes em sua constituição, tanto o lodo de ETA quanto o de ETE não podem ser destinados a qualquer local, pois apresentam características físicas, químicas e biológicas que podem gerar passivos ambientais. Nesse sentido, as pesquisas realizadas quanto à destinação adequada desses lodos assumem fundamental importância, entre elas, sua utilização para a produção de tijolos.

Nesse contexto, a possibilidade de reaproveitamento dos lodos da ETA/Replan e da ETE/VCP incentivou um estudo de viabilidade, encomendado pela Petrobrás, para a produção de tijolos, em parceria com uma olaria, olaria Schiavolim, de Piracicaba/SP.

Assim, o objetivo deste trabalho é discutir dados de um relatório da Petrobrás (BRASIL, 2006) sobre esse estudo, em que se analisa a viabilidade técnica da incorporação dos lodos da ETA/Replan e da ETE/VCP em massa argilosa para produção de tijolos, no que se refere aos efluentes gasosos provenientes da queima dos tijolos e também quanto à absorção de água de tijolos queimados, tanto para aqueles formados somente por argila quando para os que tiveram o acréscimo desses lodos.

É importante destacar que a inovação dessa pesquisa, realizada por laboratórios externos para a Petrobrás e aqui discutida, é o reaproveitamento desses dois tipos de lodo de forma conjunta, já que suas destinações são dificultadas devido às suas próprias características químicas e biológicas. A discussão desses dados é, portanto, de suma importância, já que um número expressivo de pesquisas utiliza somente um desses tipos

de lodo para a produção de materiais cerâmicos, como os tijolos, e nem sempre apresentam resultados satisfatórios como os que aqui serão discutidos.

## ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS IMPORTANTES

### Funcionamento da ETA/Replan e da ETE/VCP

A captação de água bruta da ETA/Replan é realizada no rio Jaguari, em Paulínia/SP, ocorre por meio de cinco bombas e pelo transporte por adutoras até três tanques de armazenamento, sendo dois de 16500m<sup>3</sup> e um de 20000m<sup>3</sup>. Nesses tanques de armazenamento, ocorre a sedimentação de partículas grosseiras, como galhos de árvores, folhas, entre outros. A água bruta decantada é transportada para outro reservatório, onde ocorre então uma pré-cloração, que tem como finalidade reduzir a matéria orgânica presente na água e facilitar sua clarificação.

Do reservatório, a água bruta flui por uma calha *Parshall* para três decantadores Pulsators e recebe cloro (Cl<sub>2</sub>), além de uma dose de Policloreto de alumínio (PAC), coagulante que tem como finalidade promover a agregação de pequenas partículas em suspensão na água. Os flocos maiores formados pela adição do coagulante são sedimentados nos decantadores, gerando parte do lodo da ETA/Replan.

Nos filtros de areia ocorre o processo de filtração, em que são retidas partículas que ainda não sedimentadas. Essa etapa age, portanto, como complementação à decantação, e tem como finalidade reduzir a turbidez, eliminar partículas coloidais e bactérias. A água utilizada na lavagem dos filtros forma outra parte do lodo da ETA/Replan.

Uma parte da água filtrada recebe injeção de solução de hidróxido de sódio (NaOH), para correção de pH que deve ficar entre 6,5 e 8,5, além de mais Cl<sub>2</sub> para garantir o padrão de potabilidade, conforme recomendação da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, Art. 3º e 4º do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Parte da água potável é utilizada pelos trabalhadores da refinaria para consumo; outra parte é utilizada como água industrial, cuja aplicação não requer muita qualidade, e tem como aplicações a selagem de equipamentos e a limpeza de áreas industriais. Grande parte da água filtrada, contudo, vai para a reposição das torres de resfriamento e recebe produtos químicos como anti-incrustantes, algicidas e fungicidas.

Já o lodo acumulado no fundo dos decantadores é transferido para um tanque de armazenamento, que também recebe a água de lavagem dos filtros de areia e, em seguida, segue para uma centrífuga, onde é adicionado um polímero sintético catiônico. O lodo desidratado é acondicionado então em caçambas para ser destinado, e a água retirada do lodo retorna para o início do tratamento na ETA/Replan.

Já no que se refere à ETE/VCP, de acordo com Paiva (2007), o efluente líquido gerado na produção de papel e celulose passa pelas seguintes etapas: tratamento primário, com a retirada de sólidos grosseiros, por equipamentos que utilizam processos físicos simples como gradeamento e decantação; tratamento secundário, em que há um processo biológico, sendo constituído por lagoas de estabilização, lagoas aeradas, filtros biológicos e/ou lodos ativados; e tratamento terciário, cujos processos melhoram as características das águas residuais, como a Demanda Química de Oxigênio - DQO e a Demanda Biológica de Oxigênio - DBO, redução de cor, espuma e sólidos inorgânicos e absorção química.

## **Impactos ambientais causados por ETAs e ETEs**

Os lodos de ETAs caracterizam-se por possuir umidade superior a 95% e uma concentração de sólidos superior a 2,5%, sendo classificados como resíduos sólidos e, não podem, portanto, ser lançados diretamente em corpos d'água (SOARES; ACHON; MEGDA, 2004). Avançando nessa questão, os autores ressaltam que os lodos provenientes de ETAs possuem altas concentrações de metais, resultado de ações naturais, aplicações de produtos químicos durante o tratamento e ações antrópicas.

Nesse sentido, vários são impactos ambientais adversos que os resíduos de ETAs lançados *in natura* em corpos d'água podem provocar, conforme descritos por Soares, Achon e Megda (2004):

- Aumento da turbidez: redução da camada eutrófica, sombreamento de macrófitas, soterramento dos bentos;
- Aumento da matéria orgânica: diminuição do oxigênio dissolvido, alteração da biota;
- Metais pesados (alumínio e ferro): variação nas comunidades macrobentônicas em estrutura, distribuição, abundância e diversidade. Apatia e desânimo generalizado de peixes, destruição da camada bentônica, inibição dos movimentos de pupas, deficiências renais e problemas cardiovasculares em seres humanos;
- Degradação da qualidade ambiental: condições estéticas são afetadas. Aumento dos custos para recuperação e potabilidade desta água. Diminuição de potencialidades para usos à jusante (pesca, recreação, irrigação, abastecimento etc.).

Nesse contexto, Soares, Achon e Megda (2004) apontam que os responsáveis pelas ETAs e os órgãos públicos de controle devem ter o profissionalismo e comprometimento necessários para assegurar, tanto a saúde da população, com a distribuição de água potável de qualidade, quanto a preservação do meio ambiente.

### *Impactos ambientais que podem ser causados por ETEs*

A matéria orgânica presente em corpos d'água é estabilizada por bactérias decompositoras, por meio da utilização de oxigênio. Em excesso pode provocar, portanto, o aumento da população dessas bactérias, a diminuição da disponibilidade de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, diversos impactos ambientais nocivos ao meio ambiente.

O descarte de lodo proveniente de ETEs, de composição orgânica e grande turbidez, pode provocar, assim, a degradação da qualidade ambiental de corpos d'água receptores (SOARES; ACHON; MEGDA, 2004).

Em sua pesquisa de doutorado, Fajardo (2019) listou vários impactos que podem ser causados por ETEs, tanto físicos como bióticos e antrópicos, com base nos estudos de Fernandes *et al.* (2001), Lara, Andreoli e Pegorini (2001), Bolzani (2011), Lins (2010), Pimpão (2011), Fajardo (2014) e Salvador (2017), conforme descritos a seguir:

- Meio Físico:
  - Remoção da cobertura vegetal para a construção da ETE;
  - Impermeabilização do solo/aumento do escoamento superficial;
  - Erosão na fase de construção;
  - Assoreamento de corpos d'água;
  - Alteração no relevo/paisagem;



- Poluição/contaminação do solo e do subsolo por disposição de efluentes, resíduos sólidos, vazamentos, acidentes, esgoto parcialmente tratado, em caso de elevada precipitação pluviométrica, etc.
  - Impactos estéticos advindos da disposição de lodo em aterros sanitários;
  - Poluição/contaminação das águas superficiais e subterrâneas por disposição de efluentes, de lodo, vazamentos, acidentes, etc.
  - Poluição/contaminação das águas superficiais por lançamento de nutrientes, produção de cianotoxinas (lagoas de estabilização), mau funcionamento da ETE, acidentes, vazamentos, extravasão;
  - Poluição das águas oceânicas e dos sedimentos;
  - Despoluição do corpo receptor, melhoria da qualidade das águas superficiais;
  - Alteração da qualidade do corpo receptor quando não tratado suficientemente o esgoto;
  - Contaminação do corpo receptor em caso de elevada precipitação pluviométrica;
  - Prejuízo estético de rios;
  - Alteração do regime hidrológico: aumento da vazão/ disponibilidade hídrica na estiagem;
  - Poeiras durante a fase de construção;
  - Ruídos durante a fase de construção e de operação;
  - Eliminação de odores ofensivos devido ao tratamento dos esgotos e pela despoluição do corpo receptor;
  - Liberação de odores ofensivos (H<sub>2</sub>S e outros), principalmente na chegada do esgoto à ETE, na grade, na caixa de areia, e em unidades anaeróbias;
  - Poluição atmosférica;
  - Contaminação atmosférica;
  - Aquecimento global;
  - Esgotamento de recursos naturais não renováveis;
  - Conservação de recursos naturais não renováveis;
  - Esgotamento de combustíveis fósseis;
  - Recuperação de áreas degradadas.
- Meio Biótico:
    - Desmatamento para a construção: supressão de vegetação em geral e de fragmentos florestais;
    - Impactos sobre a fauna devido ao desmatamento e durante a fase de operação: destruição do habitat, expulsão da fauna, perturbação/ afugentamento de animais do entorno devido a ruídos;
    - Alteração grave do pH de ambientes aquáticos devido ao carreamento de cal
    - Impactos sobre o ecossistema aquático por lançamento de nutrientes, mau funcionamento da ETE, acidentes, vazamentos, extravasão: desequilíbrio ecológico; eutrofização, com proliferação excessiva de algas e macrófitas; prejuízos à ictiofauna, por depleção de oxigênio, etc.
    - Desequilíbrio e prejuízos à fauna aquática, incluindo a marinha;
    - Contaminação de elementos de cadeias alimentares, inclusive marinhas;
    - Possibilidade de eutrofização;
    - Melhoria das condições para a biota aquática, principalmente a ictiofauna, pela despoluição do corpo receptor.

- Meio Antrópico:
  - Desvalorização imobiliária de áreas próximas (Efeito “NIMBY”);
  - Desapropriações, remoção de populações;
  - Risco a sítios arqueológicos devido a escavações na fase de construção;
  - Impacto sobre o tráfego das vizinhanças por veículos pesados/ máquinas na construção, por caminhões de transporte de lodo;
  - Impacto nas finanças do órgão de saneamento e nas tarifas dos serviços;
  - Problemas de saúde pública, inclusive aos trabalhadores das ETEs, por mau funcionamento da ETE, acidentes, vazamentos, extravazão, produção de aerossóis patogênicos, atração/procriação de vetores de doenças (nos resíduos preliminares gerados, por exemplo), etc.
  - Problemas de saúde de trabalhadores das ETEs, devido à irritação da pele e mucosas quando em contato com a cal (aplicação manual);
  - Impacto sobre a população, inclusive aos trabalhadores das ETEs, devido a ruídos, odores ofensivos e emissão de gases sem tratamento;
  - Riscos de explosão, como próximo a reatores UASB;
  - Impactos sobre a população em decorrência da exposição, características, meios de transporte e rotas de infecção do lodo;
  - Impactos sociais advindos da disposição de lodo em aterros sanitários;
  - Impactos sociais advindos da destinação de lodo à reciclagem agrícola;
  - Impactos associados ao local de disposição de cinzas de lodo;
  - Sobrecarga de aterros sanitários devido à destinação de resíduos em grandes quantidades;
  - Exemplo positivo à comunidade, instrumento de educação ambiental e de maior consciência ambiental;
  - Melhoria da qualidade de vida e das condições de saúde pública, pela despoluição/descontaminação dos corpos d’água;
  - Melhoria de imagem da administração pública e do prestador dos serviços;
  - Impacto sobre a paisagem urbana;
  - Geração de empregos, demanda por bens e serviços, recolhimento de impostos, dinamização da economia;
  - Valorização imobiliária de áreas ao longo das margens dos corpos d’água, pela sua despoluição.

No tratamento anaeróbico de esgotos sanitários, como por exemplo, por meio de Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendente – RAFA (em inglês, UASB - *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), é gerado o gás metano (CH<sub>4</sub>), que uma vez queimado, é convertido em gás carbônico (CO<sub>2</sub>); ambos, gases de Efeito Estufa (FAJARDO, 2019). Além disso, a autora aponta que, durante o tratamento de esgotos, é gerado o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), tóxico em altas concentrações, com odor ofensivo e incômodo, portanto, para a população ao redor das ETEs.

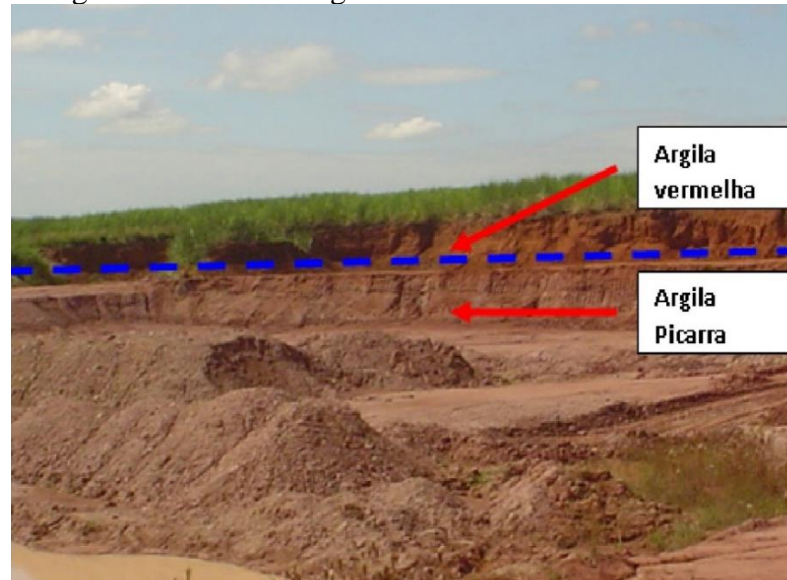
Diante do exposto, evidencia-se que, tanto o lodo proveniente de ETAs quanto o de ETEs, possuem características que podem impactar negativamente o meio ambiente, sendo bem-vindas todas as pesquisas que auxiliarem em uma destinação adequada.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os tijolos maciços produzidos na olaria Schiavolin para os experimentos foram divididos em dois grupos. Um deles era composto pelas argilas vermelha e piçarra; o outro, de argila vermelha, argila piçarra, lodo da ETA/Replan e lodo da ETE/VCP.

Na Figura 1, são apresentados os detalhes da jazida da olaria, de onde foram obtidas as argilas para a fabricação dos tijolos. Como se pode observar, a argila vermelha é encontrada em uma camada mais próxima à vegetação, enquanto a argila piçarra, na camada seguinte. O lodo da ETA/Replan está representado na Figura 2 e o lodo da ETE/VCP, na Figura 3.

Figura 1 - Jazida de argilas da olaria Schiavolim.



Fonte: Relatório Técnico – Replan (2006).

Figura 2 - Lodo da ETA/Replan.



Fonte: Valdir Francisco da Silva (2020).

Figura 3 - Amostra de lodo da ETE/VCP.



Fonte: Paiva (2007).

As quantidades de argila e lodos utilizados na fabricação dos tijolos durante os testes de queima foram: massa de argila (base úmida) - 44800 Kg; lodo da ETA/Replan - 16.000 Kg (com porcentagem de incorporação à massa de até 20%); e lodo da ETE/VCP - 19.200 Kg.

As amostras de tijolos queimados para análise estão representadas na Figura 4.

Figura 4 - Amostras de tijolos queimados para análises.



Fonte: Relatório Técnico da Petrobrás (2006).

Conforme solicitação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, as análises de absorção de água e de gases de exaustão em tijolos queimados dos dois grupos foram realizadas por laboratórios externos: o Laboratório de Matérias-Primas Particuladas e Sólidos Não-Metálicos (LMPSol), da Universidade de São Paulo - USP, e o Bioagri Ambiental Ltda., respectivamente.

No que se refere aos efluentes gasosos de tijolos queimados, muitos testes foram realizados. As amostragens foram feitas em fornos com tijolos sem os resíduos, isto é, constituídos somente pelas argilas vermelha e piçarra (teste em branco) e com os resíduos (teste de queima). Os parâmetros de emissão de efluentes gasosos analisados foram:

- Material particulado (MP);
- Óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>);
- Óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>);
- Substâncias inorgânicas classe I, II e III (excluindo mercúrio e incluindo cianetos);
- Ácido clorídrico (HCl);
- Cloro livre (Cl<sub>2</sub>);
- Flúor (F<sup>-</sup>) e;
- Ácido fluorídrico (HF).

Para um resultado confiável das amostragens, foi necessário que todas as análises fossem realizadas no mesmo conjunto de fornos, sempre no terceiro dia após o fechamento desses fornos. Além disso, para promover um resultado ainda mais seguro, todas as amostras foram coletadas em triplicatas, sendo três coletas para cada parâmetro (para NO<sub>x</sub>, foram coletados nove balões com intervalo de, no mínimo, 15 minutos).

As normas técnicas da CETESB, atendidas pelas amostragens, foram:

- L9.221 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação dos Pontos de Amostragem - Procedimento (julho/90);
- L9.222 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases - Método de Ensaio (maio/92);
- L9.223 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso - Método de Ensaio (junho/92);
- L9.224 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Umidade dos Efluentes - Método de Ensaio (agosto/93);
- L9.225 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado - Método de Ensaio (setembro/95);
- L9.228 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre - Método de Ensaio (junho/92);
- L9.229 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Óxidos de Nitrogênio - Método de Ensaio (outubro/92);
- E16.030 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Calibração dos Equipamentos Utilizados na Amostragem de Efluentes - Método de Ensaio (maio/95);
- L9.213 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Fluoretos pelo Método do Eletrodo de Íon Específico - Método de Ensaio (setembro/95).

Outras normas, internacionais, da *United States Environmental Protection Agency* - USEPA (2017), também foram seguidas:

- *Method 29 - Methodology for the Determination of Multi-Metals Emissions in Exhaust Gases from Hazardous Waste Incineration and Similar Combustion Processes* e;
- *Method 0050 - Isokinetic HCl/Cl<sub>2</sub> emissions sampling train.*

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes em laboratórios externos, presentes no Relatório da Petrobrás (BRASIL, 2006), objeto de estudo do presente trabalho, são expostos e discutidos a seguir.

A absorção de água para os tijolos queimados é estabelecida pela NBR 8492:1984 (ABNT, 1984), segundo a qual seus valores devem estar compreendidos entre 8% e 22%. Na Tabela 1, apresentam-se os resultados encontrados para amostras de tijolos queimados compostos somente pelas argilas vermelha e piçarra.

Tabela 1 - Absorção de água em tijolos queimados compostos pelas argilas vermelha e piçarra.

Bloco N°	Massa Seca (g)	Umidade no recebimento (%)	Absorção de água (%)
1	2403	1,1	20,4
2	2345	0,8	20,7
3	2239	0,7	20,7
4	2282	0,8	20,3
5	2447	0,9	20,7
6	2322	0,9	21,4
<b>Média</b>	<b>2340</b>	<b>0,9</b>	<b>20,7</b>

Fonte: LMPSol – USP (2006).

Observa-se, portanto, que para todas as amostras analisadas em laboratório, constituídas somente pelas referidas argilas, já havia uma baixa umidade, o que poderia ser uma evidência quanto a uma possível baixa absorção de água dos tijolos que seriam produzidos. Esse fato foi então ratificado pelos testes, conforme evidenciado na Tabela 1.

No que se refere aos tijolos produzidos a partir das argilas vermelha e piçarra, lodos da ETA/Replan e ETE/VCP, as mesmas porcentagens de absorção de água, isto é, compreendidas no intervalo 8% a 22%, são aplicáveis pela NBR 8492:1984 (ABNT, 1984). Os valores encontrados para esses tijolos queimados estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Absorção de água em tijolos queimados, compostos pelas argilas vermelha e piçarra, lodo da ETA/Replan e ETE/VCP.

Bloco N°	Massa Seca (g)	Umidade no recebimento (%)	Absorção de água (%)
1	2267	0,5	20,0
2	2251	0,4	21,1
3	2237	0,4	21,5
4	2223	0,9	21,6
5	2268	0,8	20,5
6	2387	0,5	19,5
<b>Média</b>	<b>2272</b>	<b>0,6</b>	<b>20,7</b>

Fonte: LMPSol – USP (2006).

A inclusão dos lodos da ETA/Replan e ETE/VCP às argilas vermelha e piçarra para a produção de tijolos provocou, como está evidenciado na Tabela 2, uma diminuição da absorção de umidade nas amostras secas.

Já para a absorção de água nesses tijolos quando queimados, todavia, houve um certo equilíbrio entre os valores, de maneira que dois foram acima e dois abaixo daqueles apresentados pelos tijolos formados somente pelas argilas (TABELA 1). Esse equilíbrio fez com que a média de absorção de água para as amostras que continham os lodos das estações de água e esgoto fosse exatamente o mesmo encontrado para os tijolos produzidos somente a partir das argilas vermelha e piçarra. Quanto à absorção de água, portanto, os tijolos formados com a inclusão dos lodos da ETA/Replan e ETE/VCP mostraram-se viáveis à comercialização.

Em relação aos efluentes gasosos provenientes dos fornos onde realizou-se a queima dos tijolos, não foi encontrado nenhum valor em desacordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas utilizadas, tanto para os tijolos produzidos somente com as argilas quanto para aqueles com o acréscimo dos lodos das estações.

Esse fato é importante, pois vai ao encontro de uma maior sustentabilidade quando da produção desses tijolos, provenientes de lodos com constituintes químicos importantes, devido, principalmente, ao lodo da ETA/Replan, o que não elimina, no entanto, o cuidado com os gases eliminados pelos fornos.

Os benefícios do reaproveitamento dos lodos de ETAs e ETEs são vários, pois podem: evitar a exploração excessiva de jazidas de argila, aumentando seu tempo de vida útil; diminuir a busca por novas fontes de argila e, conseqüentemente, evitar impactos ambientais ao solo, vegetação e recursos hídricos; e reduzir a quantidade de lodos de ETEs destinadas a aterros sanitários, o que pode prolongar-lhes suas vidas úteis e promover benefícios ambientais e financeiros, uma vez que a destinação desse tipo de lodo é onerosa, assim como o lodo de ETAs.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os tijolos produzidos a partir da incorporação dos lodos da ETA/Replan e da ETE/VCP em massa argilosa mostraram-se uma alternativa viável ao consumo, tanto do ponto de vista técnico quanto ambiental em relação à absorção de água e à emissão de efluentes gasosos.

Acrescenta-se a isso o fato de que, embora não tenham sido o foco deste trabalho, as amostras de tijolos verdes e queimados também foram submetidas à análise de lixiviados, toxicidade biológica e resistência à compressão: todos com resultados positivos, que reforçam essa viabilidade de consumo.

Os benefícios para esse tipo de tijolo abrangem a gestão ambiental, já que podem proporcionar ganhos ambientais, bem como aos setores público e de atividade industrial. Ao meio ambiente, haveria a possibilidade da redução de impactos ambientais e, para o setor público, o prolongamento da vida útil de aterros sanitários, devido a menores quantidades de lodo da ETE que seriam destinadas para ele. Além disso, haveria a possibilidade de ações mais efetivas de gestão ambiental e de responsabilidade socioambiental da unidade da Petrobrás estudada no que se refere ao lodo de sua ETA; e indústria cerâmica também poderia ser beneficiada com a possibilidade da redução de custos de produção, diminuição de perdas no processo produtivo, redução do consumo de recursos ambientais e melhorias na qualidade final de seus produtos.

Ressalta-se ainda que o reaproveitamento desses resíduos está inserido no conceito de Economia Circular, pois os lodos advindos de ambos os tipos de tratamento, o de água e o de esgoto - neste caso, industrial, mas caracteristicamente orgânico -, podem

Viabilidade técnica e ambiental de tijolos produzidos a partir de lodos de estações...

ser utilizados como matérias-primas para a produção de um bem durável e com valor agregado.

É importante e necessária, contudo, a realização de novas pesquisas que avaliem o comportamento desses resíduos em outros produtos cerâmicos, já que o descarte dos lodos de ETEs e ETAs tem se constituído como um grande desafio na área de saneamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Replan, à indústria Votorantim e à Olaria Schiavolin, por possibilitarem a realização deste trabalho, além da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, por proporcionar os meios científicos e educacionais para sua concretização.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8492**: tijolo maciço de solo-cimento - determinação da resistência à compressão e da absorção d'água - método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

BOLZANI, H. R. **O efeito da manutenção e das condições operacionais no desempenho de estações de tratamento de esgoto**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

BRASIL. Petrobrás. **Relatório da Estação de Tratamento de Água – ETA/REPLAN**. Paulínia: Petrobrás, 2006.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [2017].

FAJARDO, P. A. **Monitoramento de impactos ambientais pós-implantação de estações de esgotos sanitários**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

FAJARDO, P.A. **Propostas de instrumentos para realização de Análise Ambiental Inicial em ETEs à luz da NBR ISO 14001:2004**: o caso da ETE-Monjolinho, São Carlos-SP. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

FERNANDES, F.; LOPES, D. D.; ANDREOLI, C. V.; SILVA, S. M. C. P. **Avaliação de alternativas e gerenciamento do lodo na ETE**. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (ed.). Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

LARA, A. I.; ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. **Avaliação dos impactos ambientais e monitoramento da disposição final do lodo**. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (ed.). Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.



LINS, G. A. **Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PAIVA, S. N. **Compósito cimento-lodo de ETE de indústria de papel para aplicação na construção civil**. 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PIMPÃO, H. **Avaliação dos impactos ambientais da estação de tratamento de esgoto do bairro CPA III – lagoa encantada em Cuiabá/MT utilizando indicadores ambientais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT, 2011.

SALVADOR, N. N. B. **Impactos ambientais de Estações de Tratamento de esgotos urbanos**. UFSCar: Departamento de Engenharia Civil, São Carlos. 2017. *Slides*.


SOARES, L.V.; ACHON, C.L.; MEGDA, C.R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ITCR 2004, 2004, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ITCR, USP, 2004. p. 247-257. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/08/08-020.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2020.

## **CÉLULAS DE ENERGIA MICROBIANA: UMA TECNOLOGIA PARA BIOTRATAMENTO DE EFLUENTE ALIADO À BIOGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Matheus Henrique Alcântara de Lima Cardozo, Edson Romano Nucci.**

**Resumo:** As células de energia microbiana (CEM) constituem uma tecnologia de grande potencial no contexto atual, uma vez que permitem promover, paralelamente, o biotratamento de resíduos e a biogeração de energia elétrica. Entretanto, considerando que essa é uma tecnologia recente, ainda são relevantes estudos que ampliem o entendimento acerca dessa temática para que se usufrua de todo o potencial apresentado pelas CEM num futuro próximo. Assim, este trabalho objetivou difundir e atualizar o conhecimento a respeito das CEM e suas perspectivas por meio da discussão do conteúdo apresentado na literatura científica acerca do tema sob um ponto de vista teórico. Na pesquisa, concluiu-se que apesar do potencial e dos significativos resultados alcançados com as CEM nos últimos anos, ainda são necessários ajustes para sua ampla utilização, o que reforça a relevância de continuar investindo em estudos que aprimorem suas aplicações e performances de modo que seu total potencial seja aproveitado.

**Palavras-chave:** Bioeletroquímica. Célula combustível microbiana. Bioprocesso.

M. H. A. L. Cardozo (  ). Universidade Federal de São João del Rei. Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: matheushcardozo@yahoo.com.br.

E. R. Nucci (  ). Universidade Federal de São João del Rei. Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil.

© *Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas. São José do Rio Preto, SP: Reconecta Soluções, 2022.*

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem havido uma crescente preocupação com o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de efluentes que sejam capazes de recuperar parte da energia contida nos resíduos que se deseja tratar, já que vários dos métodos de tratamentos convencionais possuem a desvantagem de perder a energia contida nessas águas residuais, além apresentar elevado consumo de energia para sua condução (GUDE, 2015). Neste contexto, as células de energia microbiana (CEM) – também conhecidas como células combustíveis microbianas (CCM) – surgem com uma tecnologia de grande potencial e interesse, já que esses dispositivos, que consistem em biorreatores que possibilitam a geração de energia elétrica pela oxidação biológica de matéria orgânica, permitem promover, de modo simultâneo, o biotratamento de resíduos e a biogeração de energia elétrica (CHEN *et al.*, 2015).

De forma geral, a estrutura básica de uma CEM conta com duas seções, sendo que a primeira é anaeróbia e contém um anodo, e a segunda é aeróbia e abriga um catodo. Nesses dispositivos, elétrons – que são produzidos por microrganismos que oxidam material orgânico na seção anódica da CEM – são transferidos, por meio de um circuito elétrico externo, do ânodo para o cátodo, levando à produção de corrente elétrica (CARVALHO, 2010). O material orgânico, ao ser oxidado pelos microrganismos para produzir elétrons, é tratado e pode ser proveniente, por exemplo, de águas residuais e resíduos agroindústrias. Desse modo, uma CEM apresenta elevado potencial para integrar fluxos de eletricidade e tratamento de efluentes (NATH *et al.*, 2021; TRAPERO *et al.*, 2017).

A tecnologia das CEM tem ganhado prestígio nos anos mais recentes, pois o emprego desses dispositivos abrange três das questões mais discutidas no momento atual: as ambientais, as econômicas e as tecnológicas. Neste cenário, o entendimento de que o metabolismo microbiano pode gerar energia na forma de corrente elétrica e de que há a oportunidade de trabalhar, por meio das CEM, a problemática da ausência de tratamento e descarte corretos para efluentes é um fator que faz com que essa tecnologia seja alvo de inúmeras pesquisas na atualidade (LEHNEN, 2014; RACHINSKI *et al.*, 2010).

Contudo, apesar de todo o potencial apresentado pelas CEM, é importante considerar que essa ainda é uma tecnologia recente, em fase de desenvolvimento. Assim, são relevantes pesquisas e estudos que busquem adquirir e atualizar o conhecimento a respeito dessa temática e suas contextualizações, de modo que se possa usufruir de todo o potencial apresentado pelas CEM em um futuro próximo (TRAPERO *et al.*, 2017; RACHINSKI, 2010). Portanto, este trabalho objetiva, a partir de uma revisão de literatura, discutir a respeito dos conceitos, mecanismos de operação, funcionalidades, potencialidades e aplicações das células de energia microbiana, de modo a colaborar com o debate e incentivo tecnológico nesse campo de estudo.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo, adotou-se uma metodologia que possibilitasse descrever e discutir o conteúdo apresentado na literatura científica acerca do tema sob um ponto de vista teórico (ROTHER, 2007). Assim, foram coletados trabalhos no período de março de 2020 a dezembro de 2022 em plataformas digitais como Google Acadêmico, Pubmed e Scielo, sob os termos de busca “célula de energia microbiana”, “célula

combustível microbiana” e “*microbial fuel cell*”, que foram selecionados e tiveram seus conteúdos analisados de modo a possibilitar a construção desse trabalho de revisão.

## DESENVOLVIMENTO

### Breve histórico e conceitualização das células de energia microbiana

No início do século XX, já havia sido demonstrado que organismos poderiam gerar uma voltagem e entregar uma corrente (POTTER, 1911). Porém, naquela época, não foi possível interpretar esse resultado em termos bioquímicos do processo metabólico, o que enfraqueceu seu estudo perante a comunidade científica. Assim, a temática da geração de energia por meio do metabolismo biológico só voltou a ganhar destaque no início da era espacial, quando, na década de 1960, a National American Spacial Agency (NASA) demonstrou interesse no desenvolvimento de células a combustível microbianas com o objetivo de gerar energia e degradar resíduos orgânicos em viagens espaciais. Paralelamente, o trabalho com células de energia microbiana teve continuidade com pesquisadores japoneses e outros cientistas nos Estados Unidos e na América do Sul. Já início da década de 90, surgiu um interesse ainda maior nessa área, de modo que estudos e artigos científicos relacionados às CEM começaram a expandir, surgindo, inclusive, estudos que abordavam a condução de células de energia microbiana em escala piloto (LOGAN e REGAN, 2006; FUNG, 2016).

De forma geral, as células de combustível microbianas são dispositivos eletroquímicos similares à maioria das células a combustível. Nas CEM, há conversão da energia química armazenada em compostos orgânicos em energia elétrica por meio do metabolismo de microrganismos que crescem em condições anaeróbias sobre eletrodos (HIDALGO *et al.*, 2014). A estrutura básica de uma CEM é composta por dois compartimentos: o primeiro deles é anaeróbio e abriga um anodo, e o segundo é aeróbio e abriga um catodo. Esses eletrodos são separados internamente por uma barreira – que impede a difusão de O<sub>2</sub> da câmara catódica para a anódica e permite a passagem de íons H<sup>+</sup> da câmara anódica para a catódica –, mas são conectados externamente por um circuito elétrico (LOGAN *et al.*, 2008; FRANKS e NEVIN, 2010; LOVLEY, 2008).

As CEM podem ser construídas em diferentes configurações: com catodo submerso ou exposto ao ar, utilizando ou não uma membrana como barreira de troca de prótons e em dupla câmara ou câmara única, por exemplo. Ademais, essas configurações podem ainda ser combinadas a fim de obter o melhor desempenho possível (MARCON, 2011). Nesse contexto, é importante destacar que, em geral, as células de energia microbiana que apresentam dupla câmara utilizam uma membrana de troca de prótons, chamada de Próton Exchange Membrane (PEM) (LOGAN e REGAN, 2006). Já as CEM de câmara única contam com uma câmara anódica, um cátodo exposto diretamente ao ar e oferecem projetos mais simples. Além disso, nessa configuração, o uso da PEM pode ser descartado, o que acarreta redução nos custos do sistema (LIU *et al.*, 2005; ZHOU *et al.*, 2011).

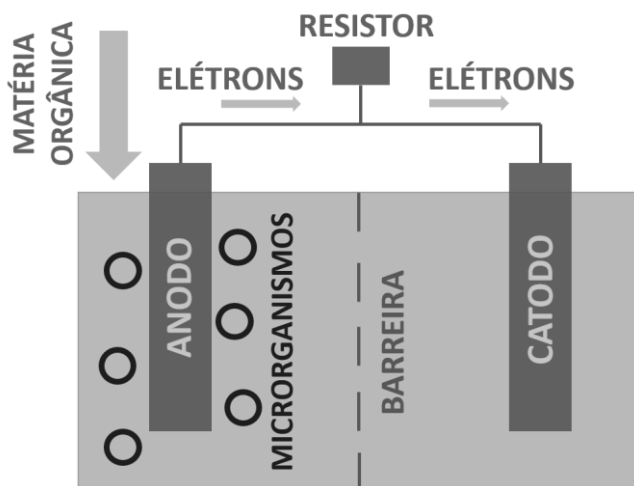
### Mecanismo de funcionamento das células de energia microbiana

O funcionamento de uma CEM se baseia no processo de respiração celular dos microrganismos, que é o conjunto das vias catabólicas que permitem obter energia por meio da oxidação de uma molécula orgânica. Durante esse processo biológico, há

produção de elétrons que percorrem uma série de enzimas respiratórias do microrganismo e são direcionados aos aceptores finais de elétrons, que, ao recebê-los, são reduzidos. As células de energia microbiana se aproveitam desse processo natural de produção de elétrons por direcioná-los para os eletrodos e gerar corrente elétrica. (MOREIRA, 2013; FUNG, 2016).

Analisando detalhadamente o mecanismo de uma célula de energia microbiana, percebe-se que microrganismos que colonizam o compartimento anódico do dispositivo oxidam substratos e geram, nessa câmara, elétrons, íons  $H^+$  e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) por meio da respiração celular. Os elétrons produzidos são capturados por uma ou mais moléculas – denominadas mediadores de elétrons –, que os conduzem para o exterior da célula e os transportam diretamente ao anodo (LOGAN e REGAN, 2006). Então, os elétrons são transferidos até o catodo pelo circuito elétrico externo e, se houver uma resistência entre os eletrodos, promove-se uma diferença de potencial, que é convertida em corrente elétrica. Para que esse processo seja realizado, é necessário que a oxidação das moléculas orgânicas ocorra na ausência de oxigênio ou outro aceitador de elétrons, pois o anodo deve ser o receptor final de elétrons, pois só assim há fluxo de elétrons. Por esse motivo é necessário haver, no interior da CEM, uma barreira que impeça a difusão de oxigênio ( $O_2$ ) do compartimento catódico, que é aeróbio, para o anodo, que deve permanecer em condições anaeróbicas. Já os prótons são transportados, por meio da barreira que impede a difusão de  $O_2$ , mas permite a troca de prótons, até o compartimento catódico, onde reagem com o oxigênio do ar para formar água, garantindo a manutenção do pH (LOGAN *et al.*, 2008; FRANKS e NEVIN, 2010; SINGH *et al.*, 2010). A Figura 1 apresenta a estrutura básica de uma CEM.

Figura 1 – Esquema geral da estrutura básica de uma célula de energia microbiana.



Fonte: Próprio autor (2022).

É considerável destacar, também, que o desempenho das células de combustível microbianas pode ser influenciado por fatores como as constantes de oxidação e transferência do elétron dos microrganismos para o eletrodo, a resistência do circuito, transporte do próton para o catodo através da membrana, e o fornecimento de oxigênio e a sua redução no catodo (GIL *et al.*, 2003). Além disso, a seleção dos microrganismos colonizadores é de fundamental importância, haja à vista que atuam como catalisadores na transferência de elétrons do substrato para o anodo dos dispositivos (RACHINSKI *et al.*, 2010).

## Substratos utilizados em estudos de células de energia microbiana

A utilização de substratos complexos como fonte de matéria orgânica para oxidação em uma célula de energia microbiana contribui para a estabelecer uma comunidade microbiana diversificada e eletroquimicamente ativa no dispositivo, ao passo que substratos simples, em geral, melhoram a produção de energia elétrica no dispositivo. Assim, ao longo das últimas décadas, a depender do objetivo das pesquisas conduzidas, diversos substratos, como glicose, biomassa lignocelulósica, águas residuais, efluentes da indústria de alimentos e bebidas – como cerveja, laticínios e amido, por exemplo –, lixiviados de aterros sanitários, celulose, xilose e quitina foram testados em CEM. No entanto, a maior parte das pesquisas nesses dispositivos utiliza acetato como substrato, pois esse ácido orgânico é simples, barato, amplamente disponível e frequentemente utilizado como fonte de carbono para induzir bactérias eletroativas. Ademais, o acetato é o produto final de várias vias metabólicas para fontes de carbono de ordem superior (OH e LOGAN, 2005; KAEWKANNETRA *et al.*, 2011; ANTONOPOULOU *et al.*, 2010; WEN *et al.*, 2010; GARBA *et al.*, 2017; PANT *et al.*, 2010).

## Componentes, construções e materiais das células de energia microbianas

Em geral, os componentes básicos de uma a célula de combustível microbiana são um recipiente, dois eletrodos (anodo e catodo), uma barreira que permite a troca de prótons e um circuito elétrico, que podem se apresentar em diferentes materiais (FUNG, 2016). Os eletrodos das CEM apresentam a função de receber os elétrons produzidos pela oxidação anaeróbia dos substratos orgânicos. O anodo, que se situa na câmara anaeróbia do dispositivo, atua como um aceptor de elétrons artificial, e o cátodo, que é abrigado na câmara aeróbia, recebe os elétrons que atravessam o circuito elétrico externo. A escolha do material e da geometria do anodo e do catodo é um parâmetro determinante na performance de uma CEM, pois esses fatores se relacionam com as propriedades químicas e físicas dos eletrodos e influenciam o contato com os microrganismos, a transferência de elétrons, a sua resistência e as reações em sua superfície (LOGAN *et al.*, 2008).

Os materiais empregados na construção do anodo devem apresentar boa condutividade elétrica, alta biocompatibilidade, baixa resistência elétrica, estabilidade química e não podem sofrer corrosão. Já os materiais utilizados para construir o cátodo devem possuir alto potencial redox e facilidade em capturar prótons. (LEHNEN, 2014). Materiais à base de carbono e metais são os principais tipos de eletrodos adotados, podendo ser, em geral, empregados tanto no anodo como no catodo. Alguns dos exemplos mais empregados são placa de titânio, folhas de prata, de níquel, de cobre ou de ouro, chapa, malha ou esponja de aço inoxidável, haste, papel, tecido, malha, feltro, véu ou escova de carbono, chapa de grafite, grafite ou carvão ativado granulares, cartão carbonizado e carbono vítreo reticulado (RAHIMNEJAD *et al.*, 2015; SANTORO *et al.*, 2017). Para qualquer um desses materiais, o espaçamento dos eletrodos, a condutividade da solução e o substrato empregado são importantes fatores que afetam seu desempenho (WANG *et al.*, 2009). É importante destacar também que, considerando que o oxigênio é o aceptor de elétrons na maioria das CEM – devido ao seu potencial de oxidação, disponibilidade, baixo custo e a ausência de resíduos químicos –, é desejável que a

escolha do material do catodo, que não necessita ser propício ao crescimento microbiano, considere a cinética de redução do oxigênio (LOGAN e REGAN, 2006).

A barreira trocadora de prótons é tipicamente colocada nas CEM entre as câmaras anódica e catódica com o objetivo de separar o anodo do catodo e permitir que os prótons sejam transferidos de uma seção para a outra (GUPTA, 2011; LOVLEY, 2008). Para que um material seja empregado com essa função, é necessário que apresente permeabilidade seletiva, inércia química e possua resistência e durabilidade suficientes para a aplicação nesses dispositivos (KHAN *et al.*, 2017; SANTORO *et al.*, 2017). É importante salientar, ainda, que, como alternativas à separação das câmaras, podem ser utilizadas pontes salinas ou membranas trocadoras de cátions e ânions (SINGH *et al.*, 2010; DU *et al.*, 2007), sendo que a membrana trocadora de prótons mais comumente utilizada é o Nafion, comercializado pela empresa americana Dupont (MAURITZ e MOORE, 2004).

O circuito elétrico externo de uma CEM apresenta um fio condutor e uma resistência, que deve ser alocada entre o anodo e o catodo, que têm como objetivo possibilitar que os elétrons gerados pelos microrganismos no dispositivo sejam recuperados na forma de eletricidade. Ademais, o sistema elétrico externo de uma CEM pode ser conectado a um multímetro para medir a corrente elétrica ou a diferença de potencial geradas no dispositivo e, se esses dados forem armazenados no decorrer do tempo de operação da célula de energia microbiana, uma análise da performance do dispositivo no que diz respeito à geração de energia elétrica pode ser realizada (LOGAN *et al.*, 2008; FUNG, 2016).

### **Microbiologia e transferência de elétrons nas células de energia microbiana**

Tendo em vista que os eletrodos são sólidos e não são capazes de penetrar na célula microbiana, a transferência de elétrons para o anodo de uma CEM deve ocorrer de dentro para fora da membrana celular. Entretanto, a maioria dos microrganismos possui uma camada mais externa – composta por uma membrana lipídica não condutora, peptidoglicanos e lipopolissacarídeos – que impede a transferência direta de elétrons para o anodo e, por isso, em muitos casos de utilização de CEM, se faz necessário o emprego de substâncias mediadoras, ou seja, carreadores de elétrons externos à célula. Por outro lado, existem espécies eletroativas que são capazes de se ligarem ao eletrodo de forma que a transferência de elétrons para o mesmo seja direta (LEHNEN, 2014; DU *et al.*, 2007).

As bactérias que apresentam a possibilidade de transferir elétrons para o exterior da célula são chamadas como exoeletrogênicas (PANT *et al.*, 2010). Diversas culturas puras são relatadas como exoeletrogênicas em células de energia microbianas, incluindo *Geobacter*, *Pseudomonas sp.*, *Rhodoferrax*, *Shewanella*, *Cupriavidus basilensis*, *Lactococcus lavctis* e *Propionibacterium freudenreichii*. No entanto, quando se empregam culturas puras, há limitações como baixas taxas de crescimento e de transferência de energia, alta especificidade do substrato e riscos contínuos de contaminação. Nesse cenário, culturas mistas (consórcios de microrganismos) são capazes de se adaptar a diferentes condições ambientais, e a coexistência de diferentes espécies pode até mesmo melhorar a sobrevivência e desempenho dos microrganismos na CEM (PHAM *et al.*, 2006).

Os microrganismos capazes de estabelecer contato eletroquímico com o eletrodo sem a presença de um mediador realizam a transferência de elétrons de forma direta, e os

microrganismos que possuem a camada mais externa não condutora realizam uma transferência de elétrons dita indireta (WILKINSON, 2000). A transferência direta exige contato físico das células microbianas com o anodo e, em muitos casos, os microrganismos se desenvolvem em colônia sobre a superfície do anodo, formando biofilmes, que são comunidades microbianas aderidas às superfícies envoltas por uma matriz de polímeros extracelulares. Microrganismos como *Shewanella putrefaciens*, *Geobacter sulfurreducens*, *Geobacter metallireducens* e *Rhodospirillum rubrum*, por exemplo, já foram classificados como microrganismos capazes de gerar corrente elétrica em CEM se desenvolvendo em colônias sobre o eletrodo (PHAM *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Nesses casos, a presença de enzimas redox eletroquimicamente ativas na membrana dessas bactérias é o que confere a esses microrganismos a capacidade de transferir elétrons para materiais externos sólidos e, por isso, não necessitam de mediadores químicos. É relevante destacar, também, que, em alguns casos, microrganismos apresentam nanofios microbianos condutores que são capazes de se estender por micrômetros e transferir elétrons à distância (ROZENDAL *et al.*, 2008; LOVLEY, 2008).

A transferência indireta se dá por meio de mediadores capazes de se reduzir ao captar os elétrons da célula – por entrar em contato com esta – e, então, se oxidarem por entrar em contato com os eletrodos, reiniciando o ciclo. Os mediadores externos à célula podem ser compostos orgânicos ou inorgânicos redox-ativos introduzidos ao meio ou produzidos pelos próprios microrganismos (RACHINSKI *et al.*, 2010) – sendo que os mediadores artificiais têm sido abandonados devido à necessidade de reposição e pelo fato de muitos deles serem tóxicos e instáveis, diferentemente das substâncias sintetizadas naturalmente pelas células (DU *et al.*, 2007; LEHNEN, 2014).

### **Aplicações, desenvolvimentos e perspectivas das células de energia microbiana**

A matéria orgânica oxidada por microrganismos em uma CEM pode ser proveniente de uma série de rejeitos orgânicos, incluindo águas residuais domésticas, industriais e agrícolas e, por esse motivo, uma célula de combustível microbiana é capaz de realizar um tratamento biológico de efluentes – que é definido como um processo em que são empregados microrganismos para degradar a matéria orgânica presente em um resíduo. Assim, ao passo que trata um efluente, por retirar dele parte de sua carga orgânica, há geração de energia em uma CEM, realizando um aproveitamento orgânico para geração de energia em uma única etapa (PANT *et al.*, 2010; RACHINSKI *et al.*, 2010; RACHINSKI, 2010).

De acordo com Oliveira e colaboradores (2013), dentre as principais aplicações das células de combustível microbianas, destacam-se a sua utilização em sensores ambientais e no tratamento de resíduos, seu emprego como fonte de energia autossustentável, seu aproveitamento como biossensores e para determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no esgoto. Ainda segundo esses autores, uma variedade de águas residuais – incluindo efluentes domésticos e industriais – têm sido testadas em CEM e suas aplicações auxiliam em muitas áreas, incluindo as indústrias agrícola e médica, dessalinização da água do mar, geração de energia renovável e engenharia sanitária. Ademais, nota-se que, além de produzir energia pela oxidação da matéria orgânica nas CEM, é também possível aplicar esses dispositivos para obter hidrogênio



combustível, promovendo a eletrólise da matéria orgânica em sistemas denominados de Células de Eletrólise Microbianas (LOGAN *et al.*, 2008).

Analisando a literatura, é possível perceber que, cada vez mais, se tem dado prestígio aos estudos envolvendo CEM, justamente devido ao potencial apresentado por essa tecnologia de realizar o tratamento de efluentes e, simultaneamente, recuperar parte da energia neles contida (PENTEADO, 2016). Nesse contexto, é possível identificar pesquisas com desenvolvimentos recentes relevantes e perspectivas em potencial, incluindo emprego de CEM para dessalinizar água do mar (PERAZZOLI, 2018) e em *wetlands* (ZANETTI, 2020), desenvolvimento de células de energia microbiana fotossintéticas, aplicação de nanomateriais e nanopartículas nas estruturas e construções desses dispositivos (SOUZA, 2021) e utilização de diferentes espécies de bactérias como microrganismos inoculantes para CEM (ZHANG *et al.*, 2019). Como consequências desses estudos recentes, observa-se avanços de grande significância, como a geração de materiais de construção que contribuem para melhores desempenhos dos dispositivos, o desenvolvimento de células de energia mais eficientes – nos sentidos de apresentarem maiores rendimentos nos processos de tratamento de efluentes aliados a maiores gerações de energia elétrica – e boa capacidade de dessalinizar água do mar (PERAZZOLI, 2018). Contudo, apesar dos resultados relevantes encontrados, percebe-se que ainda são necessários ajustes para que se possa desfrutar do total potencial das células de energia microbiana, de modo que se faz preciso dedicar em pesquisas que abordem essa temática para que sejam superadas limitações encontradas nessa área, tais como os elevados custos dos materiais de construção empregados nas CEM, a exigência de se manter condições de operação ótimas e a dificuldade de se ampliar os dispositivos para além das escalas laboratoriais (SUBHA, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi possível perceber que as células de energia microbiana são biorreatores que possibilitam a geração de energia elétrica pela oxidação biológica de matéria orgânica, e que, desde a década de 60, o interesse no desenvolvimento dessa tecnologia tem crescido. Além disso, constatou-se que, nas aplicações mais comuns das CEM, há conversão da energia química armazenada em compostos orgânicos, presentes em efluentes que se deseja tratar, em energia elétrica por meio do metabolismo de microrganismos que crescem em condições anaeróbias sobre eletrodos e que as CEM apresentam uma estrutura básica geral, que consiste em dois compartimentos e eletrodos separados internamente por uma barreira, mas conectados externamente por um circuito elétrico.

No que diz respeito às aplicações das células de combustível microbianas, notou-se que, dentre elas, se destacam os empregos desses dispositivos em sensores ambientais, no tratamento efluentes e na geração de energia e sua utilização como biossensores e para obter hidrogênio combustível. Já quanto às perspectivas e desenvolvimentos atuais da tecnologia foi possível notar que inúmeros avanços têm sido realizados acerca de suas aplicações, incluindo pesquisas que envolvem CEM fotossintéticas, nanotecnologia e associação com *wetlands*, por exemplo. Ademais, importantes resultados têm sido atingidos, como maiores eficiências no biotratamento de resíduos e na geração de bioenergia e a possibilidade de dessalinização de água do mar, reafirmando o quão promissora é essa biotecnologia. Entretanto, apesar desses resultados, foi possível perceber que, pelo fato de a tecnologia das CEM ser recente, ainda são necessários ajustes

para sua ampla utilização. Desse modo, reforça-se a relevância da necessidade de se continuar investindo em pesquisas que aprimorem os processos de aplicação das CEM e suas performances para que seu total potencial possa ser aproveitado.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer a Universidade Federal de São João del-Rei pelo incentivo à pesquisa e o auxílio prestado por Victor Campana Leite e Isabel Cristina Braga Rodrigues.

## REFERÊNCIAS

ANTONOPOULOU, G.; STAMATELATOU, K.; BEBELIS, S.; LYBERATOS, G. Electricity generation from synthetic substrates and cheese whey using a two chamber microbial fuel cell. **Biochemical Engineering Journal**, v. 50, n. 1, p. 10-15, 2010. DOI: 10.1016/j.bej.2010.02.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X10000744>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CARVALHO, T. J. L. **Estudo da produção de energia eléctrica a partir de uma célula de combustível microbiana**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2010.

CHEN, G.; ZHANG, S.; LI, M.; WEI, Y. Simultaneous pollutant removal and electricity generation in denitrifying microbial fuel cell with boric acid-borate buffer solution. **Water Science & Technology**, v. 71, p. 783-788, 2015. DOI: 10.2166/wst.2015.032. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25768227/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

DU, Z.; LI, H.; GU, T. A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy. **Biotechnology Advances**, v. 25, n. 5, p. 464-482, 2007. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2007.05.004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17582720/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

FRANKS, A. E.; NEVIN, K. P. Microbial Fuel Cells, A Current Review. **Energies**, v. 3, n. 5, p. 899-919, 2010. DOI: 10.3390/en3050899. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/3/5/899>. Acesso em: 19 jan. 2022.

FUNG, A. W. M. **Otimização da geração de energia em célula a combustível microbiana com *Escherichia coli* utilizando eletrodo modificado por eletrodeposição de polipirrol**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

GARBA, N. A.; SA'ADU, L.; BALARABE, M. D. An Overview of the Substrates used in Microbial Fuel Cells. **Greener Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 7-26, 2017. DOI: 10.15580/GJBB.2017.2.051517061. Disponível em: <https://gjournals.org/GJBB/archive/vol-42-may-2017/garba-et-al.html>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GIL G. C.; CHANG I. S.; KIM B. H.; KIM, M.; JANG J. K. Operational parameters affecting the performance of a mediator-less microbial fuel cell. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 18, n. 4, p. 327-334, 2003. DOI: 10.1016/s0956-5663(02)00110-0. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12604249/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GUDE, V. G. Energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 52-68, 2015. DOI: 10.1016/j.rser.2015.01.055. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115000659>. Acesso em: 18 jan. 2022.

GUPTA, G.; SIKARWAR, B.; VASUDEVAN, V.; BOOPATHI, M.; KUMAR, O.; SINGH, B.; VIJAYARAGHAVAN, R. Use of carbon mesh anodes and the effect of different pretreatment methods on power production in microbial fuel cells. **Environmental Science & Technology**, v. 11, n. 1, p. 2631-2654, 2011. DOI: 10.1021/es900997w. Disponível em:

[http://www.tcrjournals.com/uploads/JCTR/PDF%2011\(1\)%202011/30.%20Gupta\\_.pdf](http://www.tcrjournals.com/uploads/JCTR/PDF%2011(1)%202011/30.%20Gupta_.pdf). Acesso em: 19 jan. 2022.

HIDALGO, D.; TOMMASI, T.; CAUDA, V.; PORRO, S.; CHIODONI, A.; BEJTKA, K.; RUGGERI, B. Streamlining of commercial Berl saddles: A new material to improve the performance of microbial fuel cells. **Energy**, v. 71, p. 615-623, 2014. DOI: 10.1016/j.energy.2014.05.012. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214005611>. Acesso em: 19 jan. 2022.

KAEWKANNETRA, P.; CHIWES, W.; CHIU, T. Y. Treatment of cassava mill wastewater and production of electricity through microbial fuel cell technology. **Fuel**, v. 90, n. 8, p. 2746-2750, 2011. DOI: 10.1016/j.fuel.2011.03.031. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236111001700>. Acesso em: 19 jan. 2022.

KHAN, M. D.; KHAN, N.; SULTANA, S.; JOSHI, R.; AHMED, S.; YU, E.; SCOTT, K.; AHMAD, A.; KHAN, M. Z. Bioelectrochemical conversion of waste to energy using microbial fuel cell technology. **Process Biochemistry**, v. 57, p. 141-158, 2017. DOI: 10.1016/j.procbio.2017.04.001. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359511316309631>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LEHNEN, D. R. **Desenvolvimento de células de combustível microbianas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LIU, H.; CHENG, S.; LOGAN, B. E. Power Generation in Fed-Batch Microbial Fuel Cells as a Function of Ionic Strength, Temperature, and Reactor Configuration. **Environmental Science & Technology**, v. 25, n. 5, p. 464-482, 2005. DOI: 10.1021/es050316c. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es050316c>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LOGAN, B. E.; CALL, D.; CHENG, S.; HAMELERS, H. V. M.; SLEUTELS, T. H. J. A.; JEREMIASSE, A.W.; ROZENDAL, R. A. Microbial electrolysis cells for high yield hydrogen gas production from organic matter. **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 23, p. 8630-8640, 2008. DOI: 10.1021/es801553z. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es801553z>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LOGAN, B. E.; REGAN, J. M. Electricity-producing bacterial communities in microbial fuel cells. **Trends in Microbiology**, v. 14, n. 12, p. 512-518, 2006. DOI: 10.1016/j.tim.2006.10.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966842X06002460>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LOVLEY, D. R. The microbe electric: conversion of organic matter to electricity. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, n. 6, p. 564-571, 2008. DOI: 10.1016/j.copbio.2008.10.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958166908001341>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MARCON, L. R. C. **Potencialidade da célula combustível microbiana para geração de energia elétrica a partir de esgoto sanitário**. 2011. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MAURITZ K. A.; MOORE R. B. State of understanding of nafion. **Chemical Review**, v. 104, p. 4535-4586, 2004. DOI: 10.1021/cr0207123. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr0207123>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MOREIRA, C. Respiração. **Revista Ciência Elemntar**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2013. DOI: 10.24927/rce2013.009. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2013/009/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

NATH, A.; MISHRA, A.; PANDE, P. P. A review natural polymeric coagulants in wastewater treatment. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, p. 6113-6117, 2021. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.03.551. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320323324>. Acesso em: 19 jan. 2022.

OH, S.; LOGAN, B.E. Hydrogen and electricity production from a food processing wastewater using fermentation and microbial fuel cell technologies. **Water Research**, v. 39, n. 19, p. 4673-4682, 2005. DOI: 10.1016/j.watres.2005.09.019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135405005129>. Acesso em: 19 jan. 2022.

OLIVEIRA, V. B.; SIMÕES, M.; MELO, L. F.; PINTO, A. M. F. R. Overview on the developments of microbial fuel cells. **Biochemical Engineering Journal**, v. 73, p. 53-64, 2013. DOI: 10.1016/j.bej.2013.01.012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X13000235>. Acesso em: 19 jan. 2022.

PANT, D; VAN BOGAERT, G; DIELS, L; VANBROEKHOVEN, K. Review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 6, p. 1533-1543, 2010. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.10.017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852409013595>. Acesso em: 19 jan. 2022.

PENTEADO, D. **Tratamento de águas residuárias em células a combustível microbianas e geração de energia elétrica direta: fundamentos e aplicação**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

PERAZZOLI, S. **Célula Microbiana de Dessalinização com Biocátodo Anóxico para simultânea remoção de carbono e nitrogênio, geração de bioeletricidade e**

**dessalinização**. 2018. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

PHAM, T. H.; RABAEY, K.; AELTERMAN, P.; CLAUWAERT, P.; SCHAMPHELAIRE, L.; DE BOON, N.; VERSTRAETE, W. Microbial fuel cells in relation to conventional anaerobic digestion technology. **Engineering in Life Sciences**, v. 6, n. 3, p. 285-292, 2006. DOI: 10.1002/elsc.200620121. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/elsc.200620121>. Acesso em: 19 jan. 2022.

POTTER, M. C. Electrical effects accompanying the decomposition of organic compounds. **Royal Society**, v. 84, p. 260-276, n. 571, 1911. DOI: 10.1098/rspb.1911.0073. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.1911.0073>. Acesso em: 19 jan. 2022.

RACHINSKI, S. **Uso de Subprodutos da Indústria Agropecuária na Geração Elétrica Através de Células Combustíveis Microbianas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

RACHINSKI, S.; CARUBELLI, A.; MANGONI, A. P.; MANGRICH, A. S. Pilhas de combustíveis microbianas utilizadas na produção de eletricidade a partir de rejeitos orgânicos: uma perspectiva de futuro. **Química Nova**, v. 33, p. 1773-1778, n. 8, 2010. DOI: 10.1590/S0100-40422010000800026. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/zYHgdsymj6ZKSCYFKR6n3WH/?lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2022.

RAHIMNEJAD, M.; ADHAMI, A.; DARVARI, S.; ZIREPOUR, A.; OH, S. Microbial fuel cell as new technology for bioelectricity generation: a review. **Alexandria Engineering Journal**, v. 54, n. 3, p. 745-756, 2015. DOI: 10.1016/j.aej.2015.03.031. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016815000484>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ROTHER, E. D. Systematic literature review X narrative review. **ACTA Paulista de Enfermagem**, v. 20, p. 5-6, n. 2, 2007. DOI: 10.1590/S0103-21002007000200001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/z7zZ4Z4GwYV6FR7S9FHTByr/?lang=en>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ROZENDAL, R. A.; HAMELERS, H. V.; RABAEY, K.; KELLER, J.; BUISMAN, C. J. Towards practical implementation of bioelectrochemical wastewater treatment. **Trends in biotechnology**, v. 26, n. 8, p. 450-459, 2008. DOI: 10.1016/j.tibtech.2008.04.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167779908001595>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SANTORO, C.; ARBIZZANI, C.; ERABLE, B.; IEROPOULOS, I. Microbial fuel cells: from fundamentals to applications. A review. **Journal of Power Sources**, v. 356, p. 141-158, 2017. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2017.03.109. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775317304159>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SINGH D., PRATAP D., BARANWAL Y., KUMAR B., CHAUDHARY R. K. Microbial Fuel Cells: A green technology for power generation. **Scholars Research Library**, v. 1, n. 3, p. 128-138, 2010. Disponível em: <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/microbial-fuel-cells-a-green-technology-for-power-generation.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SOUZA, L. **Membrana de Troca de Prótons com base em Nanocelulose/Lignina para aplicações em Células Combustíveis**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021

SUBHA, C.; S. KAVITHA, S.; ABISHEKA, K.; TAMILARASAN, P.; ARULAZHAGAN, J.; BANU, R. Bioelectricity generation and effect studies from organic rich chocolaterie wastewater using continuous upflow anaerobic microbial fuel cell. **Fuel**, v. 251, p. 224- 232, 2019. DOI: 10.1016/j.fuel.2019.04.052. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236119306076>. Acesso em: 19 jan. 2022.

TRAPERO, J. R.; HORCAJADA, L.; LINARES, J. J.; LOBATO, J. Is microbial fuel cell technology ready? An economic answer towards industrial commercialization. **Applied Energy**, v. 185, p. 698-707, 2017. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.10.109. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916315562>. Acesso em: 19 jan. 2022.

WANG, X.; CHENG, S.; FENG, Y.; MERRILL, M. D.; SAITO, T.; LOGAN, B. E. Microbial fuel cell technology: A review on electricity generation. **Journal of Cell and Tissue Research**, v. 43, n. 17, p. 6870-6874, 2009. DOI: 10.1021/es900997w. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19764262/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

WEN, Q.; WU, Y.; ZHAO, L.; SUN, Q. Production of electricity from the treatment of continuous brewery wastewater using a microbial fuel cell. **Fuel**, v. 89, n. 7, p. 1381-1385, 2010. DOI: 10.1631/jzus.B0900272. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2816311/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

WILKINSON, S. “Gastrobots” – Benefits and Challenges of Microbial Fuel Cells in FoodPowered Robot Applications. **Autonomous Robots**, v. 9, p. 99-111, 2000. DOI: 10.1023/A:1008984516499. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008984516499>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ZANETTI, F. L. **Uso da célula combustível microbiana na recuperação de energia elétrica proveniente do tratamento de esgotos por Wetlands construídos**. 2020. Dissertação (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

ZHANG, M.; MA, Z.; ZHAO, N.; Zhang, K.; SONG, H. Increased power generation from cylindrical microbial fuel cell inoculated with *P. aeruginosa*. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 141, p. 1-6, 2019. DOI: 10.1016/j.bios.2019.111394. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566319304737>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ZHOU, M.; CHI, M.; LUO, J.; HE, H.; JIN, T. An overview of electrode materials in microbial fuel cells. **Journal of Power Sources**, v. 196, n. 10, p. 4427-4435, 2011. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2011.01.012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877531100084X>. Acesso em: 19 jan. 2022.





## O URBANISMO TÁTICO COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL


**Kayan Araújo, Licia Mayer, Ana Müller, Verônica Donoso**


**Resumo:** O desenvolvimento sustentável na contemporaneidade é pauta indissociável de discussões globais sobre o futuro das cidades. À luz disso, este artigo promove uma discussão sobre o urbanismo tático como prática sustentável e de educação ambiental a partir de uma revisão de literatura e análise de estudos de caso pontuais, concernentes à pesquisa de mestrado do autor, a qual versa sobre a análise de processos de intervenção urbana colaborativa em Belém/PA. Diante disso, apresenta-se justificativas com base na conceituação e características do urbanismo tático consonantes à dimensão ambiental percebida em intervenções urbanas colaborativas, apresentando na sequência exemplos exitosos que abordam a educação ambiental nessas práticas urbanas.

**Palavras-chave:** Urbanismo tático. Educação ambiental. Sustentabilidade. Intervenção urbana. Desenvolvimento sustentável.

K. F. de Araújo (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.  
e-mail: araujofkayan@gmail.com

L. Q. Mayer (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.

A. P. S. Müller (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.

V. G. Donoso (  ). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Este artigo propõe uma reflexão sobre o potencial do urbanismo tático enquanto prática sustentável e de promoção à educação ambiental, considerando a característica do urbanismo tático de buscar suprir as necessidades específicas do ambiente construído de modo deliberado e planejado (LYDON; GARCIA, 2015).

A partir disso, discute-se sobre desenvolvimento sustentável e iniciativas populares que colaboram para o equilíbrio ambiental. Portanto, debruça-se sobre a análise de estudos de casos com a finalidade de identificar materiais e procedimentos que se relacionem à metodologias sustentáveis em projetos urbanos colaborativos de iniciativa popular.

O recorte temático abordado neste artigo é correlato à pesquisa de dissertação do autor, portanto, acompanha análises de intervenções urbanas colaborativas observadas, principalmente, na região periférica de Belém, onde as práticas em urbanismo colaborativo são mais frequentes em razão de características urbanas e socioculturais que provocam intervenções em espaços livres públicos.

Em geral, a dimensão ambiental tratada neste artigo destaca ações em consonância à orientações técnicas debatidas por equipes multidisciplinares presentes na Agenda 30 e busca ressaltar a relevância da participação popular no processo de planejamento e gestão do espaço público a partir do urbanismo tático.

Para a realidade planetária atual, e cenários futuros, Vassalo e Figueiredo (2010) apontam para a problemática do crescimento populacional mundial que acrescido do consumo exponencial dos recursos, geram a degradação de ecossistemas e poluição. Nos centros urbanos, isso implica no crescimento desordenado e desqualificado de periferias, aumento das desigualdades, criminalidade entre outros fatores. Todos somados provocam forte pressão sobre esses espaços.

Diante desse cenário, a sustentabilidade, destaca-se por trazer possíveis soluções e discussões relativas a essas problemáticas e para distintos cenários. O conceito foi apresentado pela primeira vez na década de 80 por meio do Relatório Brundtland. Em 1992 ocorreu a ECO-92 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento). Logo, a Agenda 21, como resultado e reformulações desta, trouxe diretrizes e ações para o desenvolvimento sustentável (CORRÊA, 2009).

A Agenda 2030, iniciada no ano de 2015, reformula 17 objetivos como plano de ação global para alcançar o desenvolvimento sustentável (Figura 01). A Agenda também foi organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU). Dentre os objetivos atenta-se para o objetivo 11: “cidades e comunidades sustentáveis”. Este traz diretrizes e segmentos para o desenvolvimento de cidades seguras, inclusivas, acessíveis, que protejam o patrimônio cultural e natural, por meio de ações e gestão participativas e integrativas (AGENDA 2030, 2016). Segundo Marcos, Mera e Celemim (2021) os outros objetivos, conectam-se de forma transversal por meio de fórmulas setoriais que englobam os seguintes âmbitos: meio ambiente; educação; pobreza; energia limpa; infraestruturas e outros.

A sustentabilidade implica em distintas áreas do saber e se baseia na dialética de três dimensões: “as demandas econômicas, a integridade ecológica e a equidade social.” (MARQUES; BASTOS; BONNEAUD, 2015, p.62). Mas, para os autores, o termo assume distintas dimensões de acordo com a área do conhecimento.

Figura 1 – Objetivos globais para o desenvolvimento sustentável: Agenda 2030.



Fonte: Organização das Nações Unidas (2016).

Dentro do campo urbanístico, Araújo e Cândido (2014) trazem que uma cidade sustentável é uma cidade justa, democrática que considera a qualidade de vida populacional e o sistema organizacional das distintas dimensões que a compõem. “Assim, deve ser observada, em sua organização e dinâmica, as diversas dimensões: social, econômica, institucional, ambiental/ecológica, cultural, política e territorial.” (ARAÚJO; CÂNDIDO, 2014, p.8). Para os autores o desenvolvimento sustentável só pode ser alcançado se abranger todas as dimensões com amplitude e a implementação de novos modelos de políticas públicas que relacione o crescimento econômico com condições de qualidade de vida, de forma integrada, com a participação popular nas tomadas de decisão, e assim, progressiva redução da degradação do meio ambiente e sociedade.

O reduzir, reciclar e reutilizar formam o conceito dos “3 R’s” dentro da sustentabilidade. Segundo Fernandes (2007), frente à falta de sustentabilidade relativa ao espaço urbano e seu crescimento em demasia, a “redução” implica na preservação e densificação do espaço existente como forma de possibilitar condições adequadas de segurança, mobilidade, menor poluição e garantindo uma maior diversidade e reinvenção da cidade protegendo e ambientes naturais e o patrimônio cultural. Já o “reciclar” aparece como “saber aproveitar oportunidades e direcioná-las para novas formas de (re) viver o urbano” (FERNANDES, 2007, p.170). E o “reutilizar”, encontra-se em dar novas formas e uso para os elementos já presentes nos espaços urbanos.

O sentido de sustentabilidade também engloba o ser humano como agente promotor de ações que podem trazer benefícios futuros para o meio em que se habita. Isso por meio de um papel crítico, proativo, ético e responsável (MARQUES; BASTOS; BONNEAUD, 2015). Por isso o reparar nas especificidades locais e a forma como a população responde aos problemas ambientais e sociais que as circundam é imprescindível. A partir disso, verifica-se o desdobrar de uma série de ações populares relativas ao melhoramento do ambiente urbano. O urbanismo tático se apresenta como um deles.

Diretamente relacionado à sustentabilidade, o conceito de educação ambiental, que recebeu ênfase a partir da década de 70, provém da constatação de que o meio ambiente é finito e está sujeito à constante influência negativa pelo desenvolvimento do

meio urbano, sendo então necessário limitar o crescimento econômico e considerar um desenvolvimento sustentável para as cidades (RAMOS, 2001).

O conceito de educação ambiental é apresentado por Jacobi (2005) como um processo de aprendizagem social, um campo teórico que deve integrar teoria e prática — pensamento reflexivo e ações práticas — incorporando o contexto das crescentes problemáticas ambientais do meio urbano. De acordo com o autor, “a educação ambiental precisa construir um instrumental que promova uma atitude crítica, uma compreensão complexa e a politização da problemática ambiental”, buscando a participação e cooperação da população em suas práticas sociais (JACOBI, 2005, p. 244).

Nesse contexto, segundo Sorrentino et al. (2005), pode-se entender a educação ambiental como uma política pública voltada à promoção da cidadania, à conscientização das pessoas em relação ao meio ambiente em que estão inseridas e a responsabilização coletiva pela manutenção deste meio. A “transformação social de que trata a educação ambiental visa à superação das injustiças ambientais, da desigualdade social, da apropriação capitalista e funcionalista da natureza e da própria humanidade” (SORRENTINO et al., 2005, p. 287). Desse modo, a educação ambiental é um instrumento para “estimular a capacidade crítica dos cidadãos, tornando-os protagonistas das transformações individuais e coletivas no meio natural e social em que vivem” e, para que assim funcione, precisa estar contextualizada a realidade social e espacial vivenciada por cada cidadão (COIMBRA, 2011).

Em relação às cidades, Spirn (2003) enfatiza a importância e relevância da educação ambiental para o desenvolvimento de espaços urbanos mais sustentáveis e saudáveis, acreditando que este conceito deveria ser incorporado desde cedo nos currículos escolares:

A maioria das pessoas, incluindo ecologistas e urbanistas, vê as cidades como existindo fora da natureza. Eles não estão convencidos de que os processos naturais do ar, da terra, da água e da vida moldam as cidades da mesma forma que os processos sociais, econômicos e políticos. A mudança dessas atitudes deve começar na educação básica; é tarde demais para esperar até a formação profissional de ecologistas e planejadores. Para que o planejamento seja eficaz, o público deve estar ciente de como os processos naturais moldam os lugares em que vivem. (SPIRN, 2003, p. 208, tradução nossa)<sup>1</sup>.

O meio urbano das cidades representa um palco para o desenvolvimento e prática da educação ambiental, que pode atuar como uma ferramenta para promover qualidade de vida, garantir direitos humanos básicos e alcançar um equilíbrio entre o meio ambiente e os diferentes espaços construídos. Ainda assim, a prática da educação ambiental no contexto urbano brasileiro enfrenta problemas e limitações, sendo que parte significativa das cidades no Brasil não possuem políticas vinculadas à educação ambiental efetivamente capazes de promover ambientes urbanos mais ecologicamente equilibrados e saudáveis (CAVALCA, 2021).

Embasando-se nestas questões, este artigo trabalha adiante sobre iniciativas populares que promovem a educação ambiental por meio de projetos sustentáveis desenvolvidos a partir do urbanismo tático e em cooperação entre moradores. As iniciativas abordadas neste artigo versam, principalmente, sobre a reutilização e

---

<sup>1</sup> No original: “Most people, including ecologists and city planners, see cities as existing outside nature. They are not persuaded that natural processes of air, earth, water, and life shape cities just as social, economic, and political processes do. Changing these attitudes must begin with early education; it is too late to wait until the professional education of ecologists and planners. For planning to be effective, the public should be aware of how natural processes shape the places they live” (SPIRN, 2003, p. 208).

reciclagem de materiais descartados de forma irregular, resíduos sólidos, de forma a destiná-los ao uso consciente e criativo de acordo com as necessidades e inquietações da população em relação aos espaços livres públicos no ambiente urbano.

## **METODOLOGIA**

O delineamento da pesquisa consiste em uma revisão de literatura sobre desenvolvimento sustentável, ao encontro do proposto na temática do evento, como partida à análise de estudos de caso relacionados às práticas de urbanismo tático em Belém. À luz disso, a análise se concentra no processo de intervenção urbana colaborativa descrito no artigo “processo de intervenção urbana no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari, em Belém, Pará” e com base em entrevista realizada com uma liderança comunitária do bairro Marambaia, região periférica de Belém, na qual foi possível compreender a articulação do grupo de trabalho na região, assim como seus objetivos e resultados.

A entrevista semiestruturada foi aplicada em 2021 e, portanto, seguiu os protocolos de biossegurança preconizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde em razão do período pandêmico provocado pelo coronavírus: utilização de máscaras de proteção facial e distanciamento social. Além disso, as entrevistas foram gravadas e seguiram um roteiro predeterminado com ênfase no planejamento e na metodologia de intervenção delineados pela equipe.

Os resultados desta pesquisa empírica são entendidos como objeto de discussão e se baseiam na análise de campo e bibliográfica realizada.

## **URBANISMO TÁTICO**

Esta seção busca conceituar o urbanismo tático para compreender com clareza suas características que justificam a aderência da ferramenta como instrumento de intervenção urbana colaborativa a partir da iniciativa popular. Nesse sentido, ressalta-se também as potencialidades do urbanismo tático em relação à dimensão ambiental, ênfase deste artigo.

A partir da obra de Lydon e Garcia (2015), conceitua-se o urbanismo tático como instrumento de intervenção urbana caracterizado por ações de curto prazo e de resposta rápida ao problema, produção flexível, aspecto participativo e de baixo custo. Nogueira e Portinari (2016) classificam as intervenções urbanas por meio do urbanismo tático como efêmeras ou permanentes, destinadas a orientar a planificação urbana como parte de um processo de experimentação.

O urbanismo tático tem sido disseminado no mundo como uma abordagem que utiliza ações de curto prazo e de baixo custo para demonstrar possibilidades de transformação de longo prazo nas cidades. É defendida como um tipo de ação que envolve engajamento comunitário, na qual cidadãos, com suas próprias mãos, iniciam processos de enfrentamento de questões urbanas que os afetam, em um contexto de ineficiência dos governos e de escassez de recursos (FONTES, 2021, p. 2).

De maneira geral, a utilização do urbanismo tático se torna uma alternativa à população, cuja participação no planejamento urbano é limitada ou às vezes desconsiderada pela gestão pública. Nesse sentido, o urbanismo tático se apresenta como instrumento democrático de gestão popular sobre o espaço coletivo, cuja finalidade é a

mitigação de problemáticas urbanas emergentes na cidade a partir da cooperação entre seus usuários.

A Figura 2 demonstra a participação e colaboração de voluntários em conjunto com a equipe de trabalho em uma das intervenções urbanas que serão tratadas nesse artigo, sendo esta promovida com recursos e doações dos próprios voluntários com o objetivo de melhorar a qualidade do ambiente urbano.

Figura 2 – Mutirões relacionados à intervenção urbana colaborativa no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari.



Fonte: Acervo dos autores (2020).

Em consonância à dimensão ambiental tratada como ênfase na abordagem deste artigo, pode-se considerar potencialidades do urbanismo tático seu aspecto democrático e participativo que fortalece o senso de comunidade entre os moradores de uma região e permite a construção de uma cidade coesa com as necessidades reais da população, de forma a promover em certa medida a reeducação de uma comunidade no aspecto ambiental e sociocultural. Hamra (2018, p. 64) reitera que tal instrumento “engloba as transformações urbanas pontuais e consistentes que tenham como intuito não a sua consolidação em si, mas o início de um novo padrão de comportamento ou debate sobre determinada questão”.

Outras características importantes são o baixo custo que provoca o reaproveitamento de materiais a partir de um processo criativo e o curto prazo, visto que determinadas demandas sociais prejudicam significativamente a ocupação do espaço livre público e, conseqüentemente, a relação usuário/ambiente construído. A partir disso, debruça-se sobre a análise de estudos de caso em urbanismo tático que empregam o urbanismo tático na esfera ambiental como exemplos para reflexão sobre as práticas colaborativas tratadas nesta seção.

## ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Esta seção analisa estudos de caso em urbanismo tático na cidade de Belém/PA. O primeiro estudo de caso abordado se refere a uma intervenção urbana colaborativa executada no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari, cujo objetivo principal foi a

revitalização do passeio público para estimular a valorização do equipamento urbano (ARAÚJO; DONOSO; CAVALEIRO, 2021). Na sequência, a partir da entrevista realizada, aborda-se um conjunto de intervenções urbanas pontuais realizadas no bairro Marambaia como forma de recuperar os espaços livres públicos contemplativos e para o lazer dos moradores da região.

### **Estudo de caso I: intervenção urbana colaborativa no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari**

A proposta de intervenção urbana foi articulada entre estudantes de graduação em arquitetura e urbanismo e uma líder comunitária do bairro em cooperação com feirantes e moradores voluntários, sendo produto de uma pesquisa experimental a partir da aplicação da metodologia pesquisa-ação.

O processo de intervenção urbana consistiu nas seguintes etapas: definição da área de intervenção, diálogos com a comunidade, levantamento de campo e desenvolvimento da proposta de intervenção, mutirões, ações preliminares e execução do protótipo urbano (ARAÚJO; DONOSO; CAVALEIRO, 2021). Em ambas as etapas a percepção ambiental esteve presente, desde as problemáticas que provocaram a intervenção urbana à concepção e produção do ambiente construído.

Conforme Araújo, Donoso e Cavaleiro (2021), a área de intervenção (Figura 3) foi determinada com base na relevância do equipamento urbano no conjunto habitacional, visto que o setor econômico se destaca em razão da diversidade em serviços e comércios que se encontram dispersos pela região, mas também concentrados no centro comercial. No entanto, o local é caracterizado pela insalubridade decorrente do depósito inadequado de resíduos sólidos e orgânicos por feirantes e usuários, poluição visual, deficiência em mobiliários urbanos destinados à contemplação e descanso, desejáveis no ambiente devido a sua dinâmica, iluminação pública ineficiente e deterioração do calçamento.

Figura 3 – Área de intervenção urbana no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari, Belém/PA.



Fonte: Acervo dos autores (2019).

Portanto, desde a primeira etapa houve a preocupação em destinar o material produzido e descartado irregularmente ao uso consciente de forma criativa. A partir disso,

pensou-se no urbanismo tático como estratégia para alcançar os objetivos delineados, uma vez que é um instrumento caracterizado principalmente pelo baixo custo e com práticas exitosas presentes em espaços livres semelhantes ao tratado como área de intervenção. Sendo assim, o reaproveitamento do material descartado no centro comercial, assim como no entorno, foi determinante, pois viabilizou o desenvolvimento de um protótipo urbano (Figura 4 e 5) passível de ser implantado no local, visto o desafio de conseguir recursos para financiar a proposta (ARAÚJO; DONOSO; CAVALEIRO, 2021).

Figura 4 – Fachada de restaurante localizado na esquina da entrada principal do centro comercial do Conjunto Jardim Maguari – antes e depois da intervenção urbana.



Fonte: Araújo, Donoso e Cavaleiro (2021).

Figura 5 – Fachada inativa localizada na entrada principal do centro comercial do Conjunto Jardim Maguari – antes e depois da intervenção urbana.



Fonte: Araújo, Donoso e Cavaleiro (2021).




É importante ressaltar que um dos principais problemas urbanos do conjunto Jardim Maguari é o descarte irregular de resíduos sólidos que provocam a perda de qualidade do ambiente urbano. Nesses locais são encontrados principalmente móveis danificados, peças de madeira, pneus e garrafas pet, alguns mais prejudiciais que outros ao meio ambiente devido ao longo prazo de decomposição.

Diante desse cenário, a proposta foi reutilizar e reciclar alguns materiais para produzir mobiliários urbanos em consonância às necessidades dos usuários na medida em que também se promove a educação ambiental. No entanto, essa produção mede criatividade e cooperação entre a equipe de trabalho, moradores e feirantes.



Araújo, Donoso e Cavaleiro (2021) apontam alguns usos criativos desses materiais (Quadro 1) com base em práticas em urbanismo tático vivenciadas pela cidade e na participação direta de voluntários no planejamento do espaço e produção dos mobiliários urbanos, apresentados no quadro abaixo:

Quadro 1 – Uso dos materiais no processo de intervenção urbana no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari.

<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Onde encontrar:</b>	<b>Uso</b>
	<i>Pallet</i>	Material adquirido em depósitos de mercados próximos por valor simbólico. Mas também é possível encontrar peças entulhadas na via pública junto a outros materiais.	Jardineiras suspensas e bancos.
	Pneu de carro	Material encontrado entulhado com outros materiais descartados de forma irregular em vias públicas e adquirido também em borracharias de forma gratuita.	Jardineiras com temática infantil como atrativo para o público infantojuvenil.
	Caixote de madeira	Material encontrado entulhado com outros materiais descartados de forma irregular em vias públicas e adquirido em mercados próximos.	Jardineiras suspensas.
	Garrafa Pet	Material coletado domesticamente por cada voluntário. Antes o descarte era feito regularmente, sem qualquer aproveitamento.	Jardineiras verticais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da ação colaborativa relacionados à educação ambiental são perceptíveis no novo padrão de comportamento que a comunidade assume após a imersão no processo de intervenção urbana, que de certa forma colabora para uma aproximação maior do usuário com o espaço público a partir do nível de engajamento social nas etapas do processo e do estímulo ao senso de pertencimento ao local. Portanto, percebe-se maior

conscientização ambiental entre moradores envolvidos no processo de intervenção, uma vez que estes procuram na medida do possível reaproveitar materiais em potencial para produção de novos mobiliários ou para ornamentar o ambiente construído em vez de descartá-los de forma irregular. Além disso, a conservação do ambiente construído reduziu práticas indesejáveis como a depredação do patrimônio público e manteve os atributos visuais decorrentes da intervenção, os quais proporcionaram espaços contemplativos e de inspiração (ARAÚJO; DONOSO; CAVALEIRO, 2021).

Ressalta-se que a intervenção no centro comercial impulsionou outras intervenções no bairro. Os exemplos em sustentabilidade foram replicados por outros agentes, mesmo sem assessoramento técnico, de forma a contribuir na redução de áreas degradadas pelo acúmulo excessivo de resíduos sólidos.

## **Estudo de caso II: Intervenções urbanas colaborativas no bairro Marambaia**

Este estudo de caso se conecta ao anterior pela semelhança no emprego dos materiais e no produto final das intervenções urbanas colaborativas. No geral, esta seção apresenta ações colaborativas promovidas por grupo de trabalho do bairro Marambaia, em Belém/PA, voltado à recuperar os espaços livres públicos sem função definida na região, de forma a fazer uso de materiais ofertados por voluntários e descartados de forma irregular no bairro.

O urbanismo tático é novamente utilizado como instrumento de intervenção urbana adotado ao processo em razão das suas características que o torna coeso com o contexto urbano e socioeconômico do grupo de trabalho.

A dimensão ambiental nos projetos desenvolvidos pela equipe é abordada desde as reuniões em grupo realizadas periodicamente para discutir possíveis ações sobre o espaço urbano do bairro até a execução dos projetos. Os exemplos em urbanismo tático (Figura 6) se assemelham ao estudo anterior quanto a produção dos mobiliários urbanos, assim como as problemáticas urbanas que impulsionaram as intervenções: acúmulo de resíduos sólidos e deficiência em equipamentos públicos de lazer.

Figura 6 – Intervenção urbana a partir do urbanismo tático na Rua Afuá, bairro Marambaia, em Belém/PA.



Fonte: Acervo dos autores (2020).

Outro ponto é o paisagismo implantado em alguns espaços livres públicos como estratégia para inibir o despejo de resíduos sólidos, um pouco menos eficaz que a inserção de mobiliários urbanos, pois não permitem a ocupação e permanência de usuários. Os moradores procuram também formas mais diretas para comunicar com a população em geral como demonstra a Figura 7.

Figura 7 – Placa indicando a proibição no despejo de resíduos sólidos em espaço livre na Rua Cafezal, bairro Marambaia, em Belém/PA.



Fonte: Acervo dos autores (2020).

Os resultados percebidos com as ações colaborativas foram a mudança no comportamento de moradores em relação ao espaço intervindo: identifica-se uma maior apropriação com fins comerciais e de lazer, redução significativa no despejo de resíduos sólidos no local em razão do tratamento dado ao lugar e à vigilância mútua por moradores envolvidos diretamente na intervenção. Portanto, as práticas em urbanismo tático se mostraram convenientes aos objetivos almejados pela equipe e à dimensão ambiental abordada neste artigo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto atual de desenvolvimento urbano e crescimento econômico acelerado nas cidades, refletir sobre a qualidade do meio ambiente é essencial para promover qualidade de vida à população. Nesse âmbito, impulsionar práticas e políticas vinculadas à educação ambiental é fundamental para desenvolver e planejar cidades mais sustentáveis, com maior equilíbrio ambiental e social. Nessa perspectiva, o urbanismo tático se insere como prática em potencial para se pensar em cidades a partir de uma metodologia que considera no seu processo aspectos sustentáveis e de promoção à educação ambiental.

Os estudos de caso em urbanismo tático na cidade de Belém/PA apresentados neste trabalho são exemplos exitosos no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável das cidades. A abordagem por meio do urbanismo tático demonstrou o alcance da ferramenta como instrumento de intervenção urbana em conscientizar e reeducar a

população ao encontro da construção de espaços livres públicos criativos, inspiradores e sustentáveis.

## AGRADECIMENTOS

Aos voluntários de pesquisa que contribuíram para o desenvolvimento deste artigo com esclarecimentos necessários para compreender o processo de intervenção urbana. Às coautoras por sua contribuição nesta produção. À Universidade Federal de Santa Maria, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo que proporciona incentivos à pesquisa e a produção científica.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, Sarah N. Collaborative Planning, Governance and resistance: institutional provision in Lahore. **Pakistan Journal of urban affairs**. Lahore, v. 1, n. 6, p. 23-39, 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/36136955/Collaborative\\_Planning\\_Governance\\_and\\_Resistance\\_Examining\\_Institutional\\_Provision\\_in\\_Lahore](https://www.academia.edu/36136955/Collaborative_Planning_Governance_and_Resistance_Examining_Institutional_Provision_in_Lahore). Acesso em: 21 jan. 2022.

ARAÚJO, K. F. de; DONOSO, V. G; CAVALEIRO, L. R. dos S. Processo de intervenção urbana colaborativa no centro comercial do Conjunto Jardim Maguari, Belém, Pará. **Arq.Urb**, n. 31, 2021, p. 17-30. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/506>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ARAÚJO, M. C. C.; CÂNDIDO, G. A.. Qualidade de vida e sustentabilidade urbana. **Holos**, Rio Grande do Norte, ano 30, v. 1, p. 3-19, 2014. DOI <https://doi.org/10.15628/holos.2014.1720>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1720>. Acesso em: 21 jan. 2022.

CAVALCA, R. F. **A cidade, espaço de educação ambiental**. Londrina: Editora Thoth, 2021. 260 p. ISBN 978-65-5959-041-4.

COIMBRA, D. B. **Abordagens e limitações da Educação Ambiental no Ensino Superior: percepções a partir da disciplina de Gestão Ambiental nos cursos de Graduação em Administração na cidade de Fortaleza/CE**. 2011. 116 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/3078>. Acesso em: 21 jan. 2022.

CORRÊA, L. R.. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. 70 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5142141-Monografia-sustentabilidade-na-construcao-civil-autor-lasaro-roberto-correa-orientador-prof-jose-claudio-nogueira-vieira.html>. Acesso em: 21 jan. 2022.

FERNANDES, J. A. R.. Urbanismo sustentável: redução, reciclagem e reutilização da cidade. **Revista da Faculdade de Letras – Geografia**. Porto, v. 1, n. 2, 2007, p. 163-

178. Disponível em: <https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/4696.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

FONTES, A. S. O processo de autogestão de Can Batlló, em Barcelona: uma feição radical do urbanismo tático. **Oculum Ensaios**. Campinas, v. 19, 2021, p. 1-22. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/oculum/article/view/4967>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HAMRA, J. E. C. **Urbanismo Bottom-Up**: Sociedade em rede e processos de urbanização emergentes. 2018. 198 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde31082018160155/publico/DissCorrigidaJoseEduardoHamra.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, 2005, p. 233–250. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/ZV6sVmKTydvnKVNrqshspWH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

LYDON, M.; GARCIA, A. **Tactical Urbanism**: short-term action for long-term change. Washington: Island Press, 2015.

MARCOS, F. V.; MERA, Á. de la C.; CELEMIM, M. del R. H.. Vivienda y salud: eficiencia energética, urbanismo sostenible y agenda 2030. **Revista. Salud Ambiental**. Madrid, v. 21, n. 1, 2021, p. 56-64. Disponível em: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1102>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MARQUES, A. C.; BASTOS, L. E. G.; BONNEAUD, F.. A cidade em diálogo com a sustentabilidade. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 3, n. 19, 2015, p. 59-69. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/articloe/view/1045](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/articloe/view/1045). Acesso em: 21 jan. 2022.

NOGUEIRA, P. C. E.; PORTINARI, D. B. Urbanismo tático e a cidade neoliberal. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, 2016, p. 177-188. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign/article/view/29397>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU); BRASIL. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2016, 42 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Kayan/Downloads/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

RAMOS, E. C. Educação ambiental: origem e perspectivas. **Educar**, Curitiba, n. 18, 2001, p. 201–218. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/NhDhdgkXcnwdzbLwmmz9T4y/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERRARO JR., L. A.. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, 2005, p. 285–299.

Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/ep/a/WMXKtTbHxzVcgFmRybWtKrr/?format=pdf&lang=pt>.  
Acesso em: 21 jan. 2022.

SPIRN, A. W.. Urban Ecosystems, City Planning, and Environmental Education: Literature, Precedents, Key Concepts, and Prospects. *In*: BERKOWITZ, A. R.; NILON, C. H.; HOLLWEG, K. S. (Eds.). **Understanding Urban Ecosystems: A New Frontier for Science and Education**. New York: Springer, 2003.


VASSALO, V. P. L.; e FIGUEIREDO, P. J. S. Sustentabilidade dos espaços urbanos. *In*: 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS). **Anais [...]**, Bauru : UNESP/FAAC, 2020, p. 1-12. Tema: Pequenas cidades, grandes desafios e múltiplas oportunidades. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/72618>. Acesso em: 21 jan. 2022.

## **MOVIMENTAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS AO LONGO DA PANDEMIA DE COVID-19**

**Felipe Barbosa Mota; Michele Lins Aracaty e Silva; Andressa Augusta de Araújo Primo**

**Resumo:** O presente artigo enfatiza uma visão das complexidades inerentes ao poder público, no mapeamento das desigualdades e vulnerabilidades em função de demandas concretas para a elaboração de políticas, as quais possam minimizar os impactos relacionados ao aumento da densidade demográfica no estado do Amazonas. Para tanto, temos por objetivo fazer um levantamento acerca da movimentação da mão-de-obra do PIM ao longo da Pandemia de Covid-19. Para tanto, tem-se uma pesquisa qualitativa, descritiva e exploratória, com fontes secundárias, de origem bibliográfica. Para a análise, fez-se uso da análise de conteúdo com base em inferências oriundas das bases teóricas consultadas. Observamos que apesar dos impactos da emergência sanitária e de inúmeros entraves, tivemos uma variação positiva no número de contratações da mão-de-obra do PIM entre os anos de 2020 e 2021, totalizando 101.782 trabalhos entre: efetivos, temporários e terceirizados, elevação de 4,64%.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade Socioeconômicas; Políticas Públicas; Amazonas.

F. B. MOTA. (  ). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. Brasil.  
e-mail: felipe.mota94@gmail.com.

M. L. A e SILVA. (  ). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. Brasil.

A. A de A. PRIMO. (  ). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. Brasil

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Ao longo do processo de desenvolvimento econômico do Estado do Amazonas dois relevantes modelos de desenvolvimento regional se destacaram: A Monocultura da Borracha e a Zona Franca de Manaus (ZFM) com o Polo Industrial, que comemorará neste ano de 2022, 55 anos de atividades ininterruptas.

É inegável que ambos os modelos contribuíram para a riqueza regional, mas como sabemos, nenhum modelo de desenvolvimento regional pode ser caracterizado em plenitude, o PIM também apresenta falhas e é apontado como causador de concentração de renda, boom populacional e riqueza, fenômenos socioeconômicos concentrados na capital do Estado do Amazonas, Manaus.

Dessa forma, os demais municípios do interior permanecem economicamente estagnados e com elevados indicadores de vulnerabilidades sociais e econômicas bem como apresentando indicadores relevantes e crescentes de impacto ambiental, por vezes causados por atividade ilegal de madeira ou exploração mineral de forma clandestina.

Não podemos ignorar a importância econômica do atual modelo de desenvolvimento regional para o Estado do Amazonas bem como para a Região Norte do Brasil, mas observamos que este apresenta fragilidades e ao longo de sua vigência, contribuiu pouco ou quase nada para reduzir as vulnerabilidades socioeconômicas infraestruturais (água tratada, esgotamento sanitário, entre outras) além da necessidade imediata para se buscar alternativas para aumentar a preservação ambiental (SILVA; OLIVEIRA, 2021).

Dada as fragilidades e imperfeições do modelo e o fato deste ser um projeto de desenvolvimento regional exógeno e de não ter como base a valorização das potencialidades e riquezas regionais, de sofrer pressões políticas de caráter nacional e ter prazo de vigência se faz imprescindível a busca por um modelo econômico que o complemente e que possa atender aos anseios regionais no que tange à geração de emprego e renda nos municípios do interior, fortaleça a preservação ambiental e reduza as vulnerabilidades regionais.

Destacamos que, mesmo ao longo da maior emergência sanitária do século XXI, a pandemia de Covid-19, o PIM vem apresentando resultados relevantes no que tange à produção industrial, arrecadação, faturamento, bem como geração de emprego e renda e abastecimento do mercado interno e externo com produtos produzidos no Polo Industrial da Zona Franca de Manaus. Em relação ao objeto do estudo, a movimentação da mão-de-obra do polo industrial observamos que o PIM foi a única unidade fabril no Brasil que apresentou crescimento em relação ao quantitativo de mão-de-obra (efetiva, temporária e terceirizada), um crescimento de 4,64% dados de agosto de 2021 em relação ao mesmo período de 2020.

Apesar da variação positiva, tivemos muitos entraves que impactaram a atividade industrial neste período: falta de insumos e matérias-primas, concorrência com produtos importados, elevação do dólar, escassez de mão-de-obra em decorrência do cumprimento das medidas de prevenção e contaminação, falta de container que afetou o comércio internacional e atrasou o cumprimento dos prazos. E recentemente, a contaminação pela variante ômicron e a gripe influenza h3n2, as quais têm provocado afastamento dos industriários de suas atividades ocupacionais.



## Vulnerabilidade social: definição

A discussão acerca do tema vulnerabilidade social faz parte das pautas antigas para os analistas e pesquisadores, uma vez que essa terminologia vem sendo usualmente aplicada por cientistas sociais de diferentes disciplinas há bastante tempo. O tema caracteriza-se por um complexo campo conceitual, constituído por diferentes concepções e dimensões que podem voltar-se para o enfoque econômico, ambiental, de saúde, de direitos, entre tantos outros. Ainda que essa temática venha sendo trabalhada ao longo de anos, cabe salientar que ela consiste em um conceito em construção, tendo em vista sua magnitude e complexidade (MONTEIRO, 2011).

Ainda segundo o autor (2011), a emergência da temática da vulnerabilidade social se dá nos anos 90, a partir do esgotamento da matriz analítica da pobreza, que se reduzia às questões econômicas. Essa tendência vem sendo difundida, sobretudo por organismos internacionais, entre estes destacam-se: Organização das Nações Unidas (ONU), Banco Mundial e CEPAL, para a consolidação de políticas sociais.

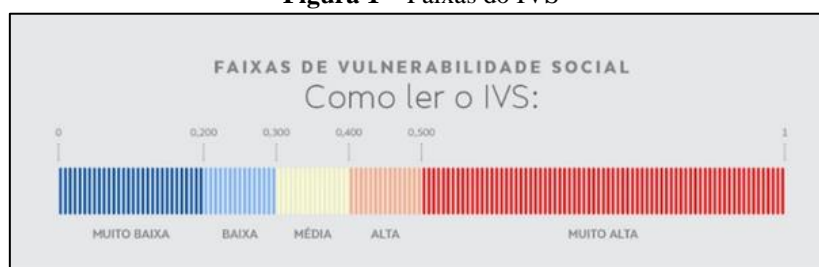
Os primeiros trabalhos ancorados na perspectiva da vulnerabilidade social foram desenvolvidos e motivados pela preocupação de abordar de forma mais integral e completa não somente o fenômeno da pobreza, mas também as diversas modalidades de desvantagens sociais. Assim, essa categoria de vulnerabilidade diz respeito à própria estrutura da sociedade, de direitos e acessos desiguais (MONTEIRO, 2011).

Para Chambers (1989) apud Recio (2010), os principais elementos caracterizadores da vulnerabilidade social são: a exposição de um indivíduo ou grupo a determinados riscos, a capacidade desse em enfrentá-los, assim como a potencialidade desses riscos em trazer sérias consequências aos afetados.

## Índice de vulnerabilidade social - IVS

Segundo o IPEA, o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) foi construído com base em indicadores que revelam fragilidades sociais a partir de fatores como contextos de trabalho e renda, educação e saúde, condições de transporte, habitação e saneamento dos municípios e das regiões metropolitanas brasileiras entre os anos de 2000 e 2019.

**Figura 1** – Faixas do IVS



Fonte: AVS, IPEA (2019)

A Figura ilustra a forma de ler o IVS. Percebe-se que quanto mais próximo de 0, menor é a vulnerabilidade e quanto mais próximo de 1, maior a vulnerabilidade. Entretanto, a partir de 0,500 já é muito alta, ou seja, pode-se considerar uma extrema vulnerabilidade. No Quadro a seguir, podemos observar o Índice de Vulnerabilidade Social do Estado do Amazonas, objeto deste estudo.

**Quadro 1-** Índice de Vulnerabilidade Social do Estado do Amazonas (2000 2019).

Período	IVS	Infraestrutura Urbana	Capital Humano	Renda e Trabalho
2000	0.658	0.664	0.710	0.601
2010	0.488	0.515	0.516	0.433
2011	0.369	0.354	0.372	0.380
2012	0.360	0.332	0.410	0.340
2013	0.377	0.447	0.382	0.302
2014	0.307	0.252	0.367	0.302
2015	0.347	0.309	0.378	0.355
2016	0.328	0.321	0.284	0.380
2017	0.325	0.317	0.279	0.379
2018	0.328	0.320	0.289	0.374
2019	0.329	0.343	0.272	0.372

Fonte: IPEA (2022)

De acordo com os resultados da aplicação dos determinantes para o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) no estado do Amazonas como: Infraestrutura Urbana, Capital Humano, Renda e Trabalho apontados no Quadro1, nos períodos entre os anos de 2000 a 2019, constatou-se um decréscimo temporal acentuado, principalmente nas variáveis relacionadas ao percentual do capital humano o qual de 0.710 no ano de 2000 caiu para 0.272 em 2019, bem como os índices de renda e trabalho no período de 2000 que era de 0.601 passou em 2019 para 0.372. Os dados sugerem a necessidade de mudanças estruturais na gestão pública, para que o desenvolvimento regional possa atingir patamares os quais favoreçam a prosperidade dos vulneráveis a pobreza extrema.

#### **Atlas da vulnerabilidade social – AVS**

Segundo o IPEA (2015), o Atlas da Vulnerabilidade Social - AVS possibilita a consulta, em vários formatos de dados, sobre a temática da vulnerabilidade social, estimulando e facilitando a produção de análises e informações para os mais diversos perfis de usuários. A plataforma oferece um panorama da vulnerabilidade e da exclusão social dos municípios, estados e regiões metropolitanas. Sua relevância vem justamente da capacidade de fornecer informações sobre a unidade político-administrativa mais próxima do cotidiano dos cidadãos: o município.

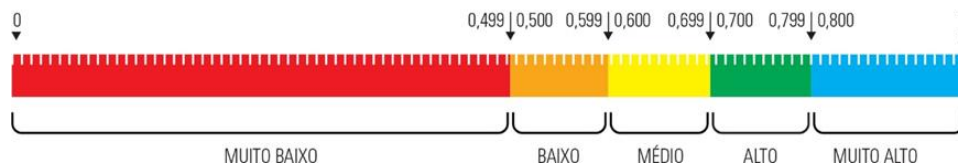
O AVS colabora na consolidação de um diálogo informado e embasado sobre pobreza a partir de um conceito cada vez mais em pauta em se tratando de políticas públicas – a Vulnerabilidade Social. O AVS é, portanto, um instrumento de estímulo ao uso de dados socioeconômicos para a análise da nossa sociedade como um todo.

#### **Índice de desenvolvimento humano - IDH**

O Índice de Desenvolvimento Humano - IDH é um dado utilizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para analisar a qualidade de vida de uma determinada população. Os critérios utilizados para calcular o IDH são: Grau de Escolaridade: média de anos de estudo da população adulta e expectativa de vida escolar, ou tempo que uma criança ficará matriculada; Renda: Renda Nacional Bruta (RNB) per capita, baseada na paridade de poder de compra dos habitantes; Nível de Saúde: Baseia-

se na expectativa de vida da população, reflete as condições de saúde e dos serviços de saneamento ambiental.

**Figura 2** – Faixas do Desenvolvimento Humano Municipal



**Fonte:** Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2020)

O IDHM é um número que varia entre 0 e 1, assim como ilustra a Figura 2. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano de uma unidade federativa, município, região metropolitana ou UDH. No Quadro 2, podemos observar o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do Estado do Amazonas, objeto deste estudo.

**Quadro 2-** Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do Estado do Amazonas (2000-2019)

Período	IDHM	Longevidade	Educação	Renda
2000	0.515	0.692	0.324	0.608
2010	0.674	0.805	0.561	0.677
2011	0.689	0.807	0.625	0.650
2012	0.696	0.816	0.627	0.658
2013	0.722	0.827	0.672	0.678
2014	0.730	0.833	0.679	0.688
2015	0.720	0.824	0.689	0.658
2016	0.716	0.782	0.705	0.665
2017	0.733	0.786	0.735	0.682
2018	0.733	0.823	0.718	0.665
2019	0.733	0.823	0.718	0.665

**Fonte:** IPEA (2022)

Em contrapartida, quando comparado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), apontados no Quadro 2, com relação aos parâmetros Longevidade, Educação e Renda no período de 2000 a 2019, os percentuais tiveram um aumento considerável de 0.692 para 0.823 no índice de Longevidade; seguido por 0.324 para 0.718 na Educação e 0.608 para 0.665 na variável Renda. Os resultados sugerem um bom indicativo para a diminuição das vulnerabilidades no estado. Vale ressaltar que os índices enfatizados no Quadro 2, estão relacionados a dados obtidos antes do período da pandemia de Covid-19.

Dados da Secretaria de Assistência Social do Governo do estado – SAS (2020, através do Diagnóstico Socioterritorial do Amazonas apontam que 58,15% das famílias, numa totalidade de 641.464 inscritas no CADÚNICO, estão na faixa de extrema pobreza. A situação de pobreza é uma das condicionantes de vulnerabilidade, pois expõe as famílias às situações de riscos sociais e diminui suas condições objetivas de responder às suas necessidades, bem como dificulta o acesso aos bens e serviços públicos (SAS, 2020, p. 41).

Como podemos observar no Quadro 2, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal da Região Norte do Brasil, segundo dados do IPEA, vem apresentando melhora ao longo dos anos analisados, mas está longe do ideal. Uma vez que ainda temos muitas melhorias a serem observadas se analisarmos as dimensões: infraestrutura urbana, capital humano, renda e trabalho.

Vale ressaltar que quanto mais próximo de 1, melhores são as condições de saúde, educação e renda.

### Taxa de prosperidade social

A Taxa de Prosperidade Social, constitui à análise que integra o IVS e o IDHM. Dessa forma, designa a ocorrência simultânea do alto desenvolvimento humano com a vulnerabilidade social, podendo ser aplicada nas porções do território onde ela se verifica possibilitando a análise da trajetória de desenvolvimento humano menos vulnerável e socialmente mais próspera.

De acordo com o IPEA, a Prosperidade Social demonstra uma situação em que o desenvolvimento humano se assenta em bases sociais mais robustas, onde o capital familiar e escolar, as condições de inserção no mundo do trabalho e as condições de moradia e de acesso à infraestrutura urbana da população são tais que há uma perspectiva de prosperidade não apenas econômica, mas das condições de vida no meio social.

**Quadro 3-** IVS, IDHM e Taxa de Prosperidade Social do Estado do Amazonas (2000 – 2019)

Período	IVS	IDHM	Taxa de Prosperidade Social
2000	0.658	0.515	Muito Baixo
2010	0.488	0.674	Baixo
2011	0.369	0.689	Médio
2012	0.360	0.696	Médio
2013	0.377	0.722	Alto
2014	0.307	0.730	Alto
2015	0.347	0.720	Alto
2016	0.328	0.716	Alto
2017	0.325	0.733	Alto
2018	0.328	0.733	Alto
2019	0.329	0.733	Alto

Fonte: IPEA (2022)

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 3, no período considerado de 2000 a 2019 o Estado do Amazonas, apresentou uma Taxa de Prosperidade Social alta nos últimos anos entre 2013 a 2019. Vale ressaltar que, os dados não correspondem à análise do índice por cada município. Quando se considera a análise individualizada, por municípios, a Taxa de Prosperidade é passível de apresentar alterações, sendo classificadas como baixo ou muito baixo, uma vez que, a concentração de renda e de riqueza estão centradas na capital do Amazonas, Manaus.

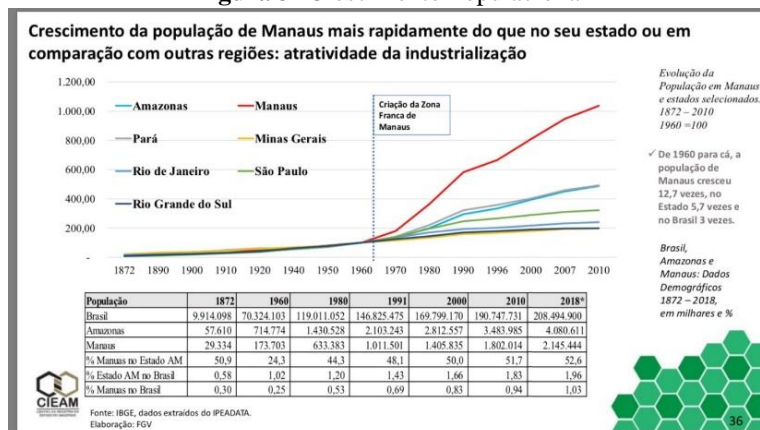
### Consideração acerca do crescimento populacional

Manaus desde a implementação do Distrito Industrial da Zona Franca de Manaus tem sido a capital que mais atrai contingente populacional em busca de emprego, educação, qualidade de vida e oportunidades. Tal fenômeno, é responsável pelo crescimento desordenado e espraiamento da cidade para as zonas mais periféricas. Estas, por sua vez encontram-se sem infraestrutura adequada para receber esse volume populacional que por vezes impacta negativamente sobre as áreas verdes em torno da capital e próximo às nascentes dos rios e igarapés.

Na Figura 3, podemos observar que Manaus apresenta um crescimento populacional mais acentuado do que a população que se encontra localizada nos demais

municípios do estado, estados vizinhos (Pará) e demais estados da federação (MG, RJ, RS e SP) e que este fenômeno apesar de ter apresentado uma redução com o passar dos anos ainda é considerado elevado e causa inúmeros impactos no que tange ao planejamento das políticas públicas de bem-estar populacional.

**Figura 3- Crescimento Populacional**



Fonte: CIEAM/ COISE/CGPRO/SAP/SUFRAMA, (2022)

O Índice de Gini, criado pelo matemático italiano Conrado Gini, é um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um (alguns apresentam de zero a cem). O valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. O valor um (ou cem) está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa detém toda a riqueza. Na prática, o Índice de Gini costuma comparar os 20% mais pobres com os 20% mais ricos (IPEA, 2015). No Relatório de Desenvolvimento Humano 2004, elaborado pelo PNUD, o Brasil aparece com Índice de 0,591, quase no final da lista de 127 países. Apenas sete nações apresentam maior concentração de renda (PNUD, 2004).

**Quadro 4 - Índice de Gini do Estado do Amazonas (1991, 2000, 2010 e 2019)**

	1991	2000	2010	2019
Gini	0,6282	0,6823	0,6664	0,5680

Fonte: IBGE/Censos Demográficos 1991, 2000, 2010 e 2019.

Em relação ao Quadro 4, podemos observar que o Gini do estado do Amazonas nos períodos apresentados é acima de 0,500, considerado de elevada concentração de renda e de riqueza e causador de desigualdade socioeconômica.

**Quadro 5 – Renda Domiciliar Per Capita do Estado do Amazonas**

	2018	2019
Renda Per Capita	R\$ 791,00	R\$ 836,80

Fonte: PNAD, IBGE, (2021).

No Quadro 5, observa-se um leve aumento nos valores médios em reais, na comparação da Renda Domiciliar Per Capita do Estado do Amazonas entre os anos de 2018 (R\$ 791,00) e 2019 (R\$ 836,80). Quando os valores são estratificados por municípios, segundo dados do IPEA (2010), isto sem considerar os dados atuais de densidade populacional estimada para 2021 pelo IBGE, a Renda Per Capita dos Vulneráveis a Pobreza em 2010 apontou valores acima de R\$100,00 reais para 24 municípios do Amazonas, sendo os 6 principais os seguintes municípios: Manaus (R\$

157,50), seguido por Presidente Figueiredo (R\$ 130,43); Apuí (R\$129,78); Manacapuru (R\$123,47); Tefé (R\$ 122,75); Iranduba (R\$120,34).

Ressaltamos que historicamente, a Renda Per Capita estadual e regional está muito abaixo da renda nacional (R\$ 1.360,00, dados de 2020) e muito abaixo da apresentada para as demais regiões brasileiras (R\$ 1.639,00, Região Sudeste, dados de 2020) .

Quanto à Taxa de Informalidade e Desocupação apontadas no Quadro 6, os valores apontados são bastante expressivos do trabalho informal (59,5%) caso esse percentual for comparado aos 100% da densidade populacional do estado do Amazonas. Com relação a desocupação o percentual de 13,5% de desocupação necessita um olhar de melhor organização das políticas públicas do estado.

Ressaltamos que tanto a Taxa de Informalidade quanto de Desocupação estaduais estão entre as mais altas do país e bem acima da média nacional situação que vem sendo observada muito antes da pandemia (taxa de informalidade e desocupação nacionais, dados de 2020, de 40,6% e 13,2%, respectivamente).

**Quadro 6** – Taxa de Informalidade e Desocupação do Estado do Amazonas

	<b>2021</b>
Informalidade	59,5%
Desocupação	13,5%

**Fonte:** PNAD, IBGE, (2021)<sup>1</sup>

Quanto ao índice de Pobreza e Extrema Pobreza de 47% e 12,5%, enfatizados no Quadro 7 ainda é bastante preocupante, considerando-se cada vez mais o aumento da densidade populacional, principalmente na área urbana e metropolitana de Manaus, por não ter políticas eficientes sobre o ordenamento territorial do estado. Ressaltamos novamente, que os indicadores de pobreza e extrema pobreza do Amazonas são superiores aos registrados para o país, sendo de 25% e 6,5%, respectivamente (dados de 2020).

**Quadro 7** – Pobreza e Extrema Pobreza no Estado do Amazonas

	<b>2021<sup>2</sup></b>
Pobreza	47%
Extrema Pobreza	12,5%

**Fonte:** IBGE, (2021).

## **Comportamento da pandemia no Estado do Amazonas**

A emergência sanitária causada pela pandemia do novo coronavírus e suas variantes lançou luz sobre as vulnerabilidades socioeconômicas do Amazonas e transformou o estado numa referência negativa no que tange às ações de combate à pandemia.

Passamos pela 1ª onda marcada pela falta de equipamentos, de profissionais de saúde, de leitos e medicamentos. Superamos a 2ª onda marcada pela falta de oxigênio de uso medicinal que causou mortes por asfixia. Em 2022, estamos enfrentando a 3ª onda com a explosão do número de casos positivos de Covid-19 em decorrência da variante ômicron. Ademais, observamos uma onda de gripe em decorrência da variante influenza identificada como h3n2. Os elevados de casos e alto índice de contaminações são

<sup>1</sup> Referente ao 3º trimestre de 2021.

<sup>2</sup> O Banco Mundial define US\$ 1,90 por dia como a linha da extrema pobreza, US\$ 3,20 (R\$ 18,08) como a linha da pobreza em países de renda média-baixa, e US\$ 5,50 (R\$ 31,07) a linha-padrão para países de renda média-alta.

agravados pela falta de testes, de medicamentos e pela superlotação nos postos de atendimento, mas com reduzido número de óbitos.

Ressaltamos que o avanço do processo de vacinação, em Manaus temos quase 70% da população de vacinável com a 2ª dose, têm contribuído para a redução no número de óbitos, mas as condições adversas contribuem para a contaminação e disseminação do vírus entre a população e está provocando a inserção de novas medidas para conter a contaminação.

### **Indicadores da produção industrial e a movimentação da mão-de obra do PIM**

O primeiro caso de Covid-19 foi registrado no Brasil em 26/02/20, desde então, todos os setores passaram a registrar impactos tanto positivos quanto negativos e muitos apresentaram indicadores de crescimento em função da necessidade de abastecer o mercado que precisou se adaptar em função da emergência sanitária. No Amazonas, o primeiro caso da nova variante foi identificado no dia 13/03/2020.

Produtos específicos foram objetos de aumento da demanda visto que parte dos trabalhadores foram direcionados para desempenharem suas atividades em ambientes seguros a partir de suas residências e passaram demandar produtos como eletroeletrônicos e eletrodomésticos, bens de informática e itens que pudessem adequar de forma imediata o ambiente para uma nova realidade.

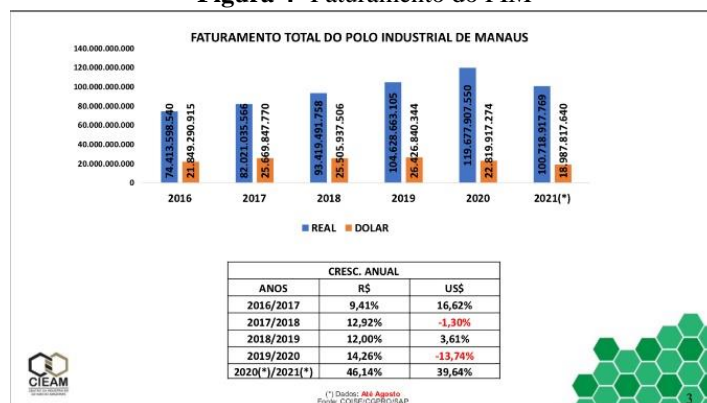
Como consequência, o aumento da demanda por estes produtos impulsionou as empresas fabricantes que por vezes encontram-se instaladas no Polo Industrial da Zona Franca de Manaus. Assim, mesmo em função da emergência sanitária, os indicadores industriais apresentaram resultados positivos. Porém, neste mesmo período destacamos o aumento da cotação do dólar e a escassez de insumos importados uma vez que em determinados países a produção industrial também foi impactada pela pandemia e por algum tempo a atividade econômica naqueles pais foi parcialmente ou totalmente paralisada.

Outro ponto que precisamos trazer para esta discussão é a escassez de containers, a demora no recebimento de insumos e matérias-primas e a redução ou ausência de mão-de-obra produtiva para evitar a proliferação da doença ou a necessidade de cumprir o isolamento após a confirmação de infecção pelo vírus SARS-COV-2 ou vírus influenza bem como suas variações/ mutações.

Já no final de 2021 e início de 2022, o que podemos observar é uma nova preocupação com a atividade econômica brasileira em decorrência do aumento no número de casos de influenza H3N2, batizada por Darwin e que está causando sobrecarga no sistema de saúde e afastamento da mão-de-obra produtiva de suas atividades laborais. Tal situação, somada aos casos de Covid-19 provoca instabilidade e desconfiança por parte dos investidores nacionais e estrangeiros.

Conforme podemos observar na Figura 4, o faturamento do PIM vem apresentando dados percentuais positivos, sendo de 39,64% em 2021 em relação ao mesmo período de 2020. Lembrando que em 2020, parte das atividades industriais em todas as unidades fabris no mundo bem como no Brasil tiveram as suas atividades paralisadas ou impactadas, sendo retomadas gradativamente após o avanço no processo de vacinação.

**Figura 4-** Faturamento do PIM



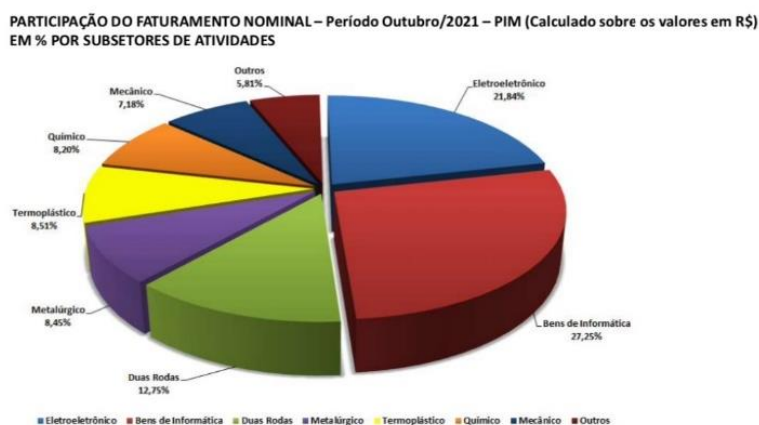
Já na Figura 5, vemos o faturamento apresentado através do valor em reais e em dólar, também com variação positiva entre os anos de 2021 em relação ao ano anterior (2020). Devemos sempre observar que o ano de 2020 foi um ano de muitas dificuldades para a indústria brasileira.

**Figura 5-** Faturamento em R\$ e em US\$



Na Figura 6, podemos observar a participação por subsetores das empresas instaladas no Polo Industrial da Zona Franca de Manaus – PIM. Destacamos a participação dos bens de informática (27,25%) e dos eletroeletrônicos (21,84%), itens que apresentaram elevada demanda neste período da pandemia visto a necessidade do distanciamento social e de adaptação repentina ao home office.

**Figura 6-** Participação por Subsetores no Faturamento do PIM

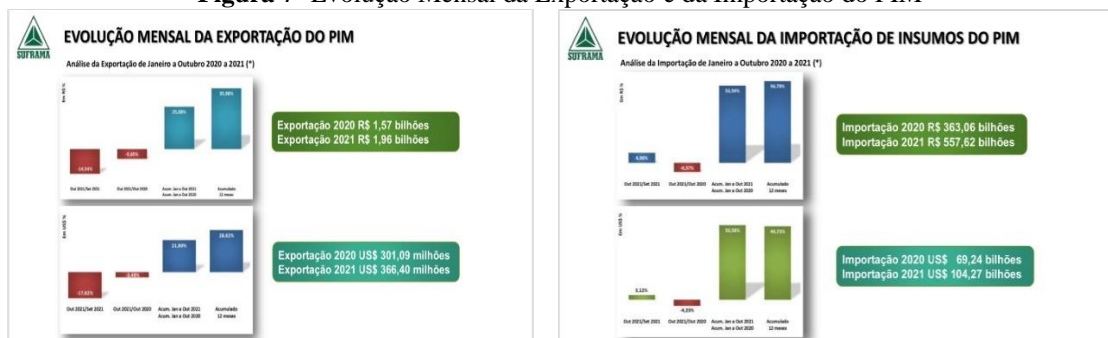




Um outro segmento que destacamos é Polo de Duas Rodas, sendo muito demandado em função da necessidade de atender à necessidade de deslocamento seguro e com distanciamento social e evitar aglomerações do transporte público que além de perigoso é ineficiente. Ademais, destacamos que as vendas online e por aplicativo tanto de bens de consumo duráveis como de bens de consumo imediato como alimentação ganhou força com o isolamento social e com as lojas e estabelecimentos fechados.

Finalizando a nossa análise acerca dos indicadores produtivos do PIM, temos a exportação e a importação. Observamos na Figura 7, elevação mensal tanto da exportação quanto da importação mensurada em reais e em dólar. Destacamos as características do PIM que recebe insumos e matérias-primas para a fabricação de produtos e tem como destino do produto acabado (fina) os consumidores de todos os estados brasileiros bem como é responsável por abastecer o mercado internacional.

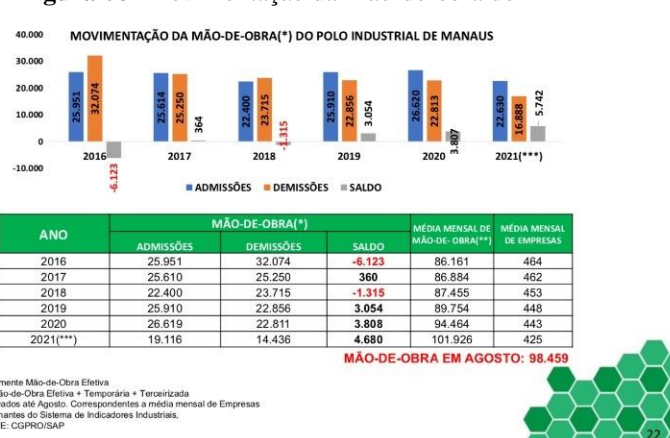
**Figura 7- Evolução Mensal da Exportação e da Importação do PIM**



Fonte: COISE/CGPRO/SAP/SUFRAMA, (2021).

Passaremos a partir de agora a apresentar as informações acerca do nosso objeto de estudo, a movimentação da mão-de-obra do Polo Industrial de Manaus – PIM no recorte temporal compreendido entre os anos 2020 e 2021, período marcado pela pandemia de Covid-19.

**Figura 08- Movimentação da Mão-de-obra do PIM**



Fonte: COISE/CGPRO/SAP/SUFRAMA, (2021).

De acordo com dados da SUFRAMA, de agosto de 2021, o PIM empregou 98.459 trabalhadores, entre efetivos, temporários e terceirizados, uma queda de 2,85% ante julho de 101.344, mas manteve a média anual de janeiro a agosto acima de 100 mil postos de

empregos (101.782 trabalhadores). Se fizermos uma comparação de agosto de 2021 em relação 2020, houve um crescimento de 4,64% em postos de trabalho, número de elevada relevância em vista da emergência sanitária e condições socioeconômicas do Estado do Amazonas.

De acordo com a SUFRAMA, os dados do PIM indicam que o setor mantém a média anual de pouco mais de 100 mil postos de trabalho (102.555), mas, entre setembro do ano passado e o mesmo mês deste ano (2021), criou 4,57% novas vagas nas maiores empresas instaladas no PIM.

O superintendente da autarquia, avalia positivamente a atividade do PIM, com base nos principais indicadores - faturamento, emprego e volume de produção - e acredita que até dezembro “os números possam avançar, porque este é um período do ano de ampliação da demanda interna, por conta do Natal e da Black Friday, que tendem a impulsionar o consumo”. Observou ainda que há um crescimento nos projetos de investimentos aprovados pelo Conselho de Administração da Suframa. Em 2020, foram 146; em 2021, já somam 156 até agora. Infelizmente, ainda não temos dados de 2021 fechados com as vendas e produção dos meses de outubro, novembro e dezembro.

Levando-se em consideração a performance anual das quase 500 empresas instaladas no PIM, entre dos 25 dos 26 subsetores de atividades do PIM, com indicadores apurados mensalmente pela Suframa, apresentaram crescimento entre janeiro e setembro em relação ao mesmo período de 2020 (SUFRAMA, 2022).

**Figura 09-** Mão-de-obra do PIM (1998 a 2021)

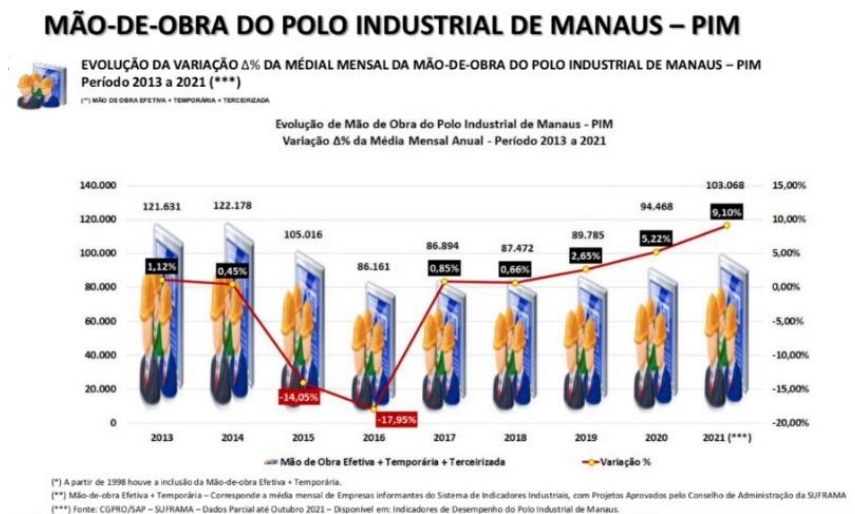


**Fonte:** COISE/CGPRO/SAP/SUFRAMA, (2021).

Na Figura 09, podemos observar a evolução média da mão-de-obra empregada no PIM deste o ano de 1998 até agosto de 2021 e mesmo com a pandemia temos indicadores positivos. Podemos observar que o volume de mão-de-obra do PIM registrou, como já frisamos, mais de 100 mil empregos indicador observado pela última vez somente em 2015 (105.016), antes da pandemia. Na sequência, já na Figura 10, podemos observar a variação da mão-de-obra do polo. Porém, apresentada através da segmentação por tipo:

efetiva<sup>3</sup>, temporária e terceirizada, para o período de 2013 a 2021, com destaque para o percentual positivo de 9,10% para o período de 2021 (dados parciais).

**Figura 10-** Mão-de-obra do PIM



Fonte: COISE/CGPRO/SAP/SUFRAMA, (2021).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste item, relata-se o percurso metodológico usado para atingir o objetivo proposto que é fazer um levantamento acerca da movimentação da mão-de-obra do PIM ao longo da Pandemia de Covid-19, entre os anos de 2020 a 2021. Para atingir tal propósito, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental como meio de investigação, a partir de fontes secundárias, de publicações impressas e disponíveis pelo IBGE, IPEA, CIEAM e COISE/CGPRO/ SAP/SUFRAMA.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, que, a partir dessa base teórica, se optou por apoiar-se também na pesquisa do tipo descritiva, que tem como função principal a análise do objeto, buscando descrever o estado da arte nos temas escolhidos: Vulnerabilidade Social; Índice de Vulnerabilidade Social, Atlas da Vulnerabilidade Social, Índice de Desenvolvimento Humano, Taxa de Prosperidade Social, Outros Indicadores do Estado do Amazonas (Índice de Gini, Pobreza, Extrema Pobreza, Renda Per Capita, Taxa de Informalidade e Desocupação), Indicadores Industriais: faturamento, receita total, exportação, importação e a movimentação da mão-de-obra do PIM no período da pandemia de Covid-19. A pesquisa descritiva, de acordo com Mattar (1993), serve para descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los. Essa assertiva é endossada por Vergara (1997), quando assinala que a pesquisa descritiva estuda as características de um fenômeno ou população específica.

De maneira complementar, é possível classificar a presente pesquisa também como exploratória, pois os conhecimentos acerca dos temas propostos com de modo mais aprofundado. Quanto à análise de dados e resultados, prevalece uma análise de conteúdo com base em observações dos fatos e indicadores apresentados ao longo da construção do artigo.

<sup>3</sup> Mão-de-obra efetiva + temporária – corresponde à média mensal de empresas informantes do Sistema de Indicadores Industriais, com projetos aprovados pelo Conselho de Administração da SUFRAMA – CAS.

## RESULTADOS OBTIDOS

Iniciamos este texto com o objetivo fazer um levantamento acerca da movimentação da mão-de-obra do PIM ao longo da Pandemia de Covid-19, com foco para os anos de 2020 a 2021. Ao longo da construção, nos amparamos na seguinte base teórica: Vulnerabilidade Social; Índice de Vulnerabilidade Social, Atlas da Vulnerabilidade Social, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Taxa de Prosperidade Social, Outros Indicadores do Estado do Amazonas (Índice de Gini, Pobreza, Extrema Pobreza, Renda Per Capita, Taxa de Informalidade e Desocupação), Indicadores Industriais: faturamento, receita total, exportação, importação a movimentação da mão-de-obra do PIM no período da pandemia de Covid-19.

Em relação aos indicadores, salientamos que: em relação ao IVS e IDHM, estes apresentaram variações positivas em relação ao início da série histórica. Porém, historicamente as regiões Norte e Nordeste do país apresentam os mais elevados indicadores de vulnerabilidade socioeconômica em relação às três outras regiões brasileiras.

Em relação aos demais indicadores apresentados, não temos nada a comemorar, pois temos um elevado índice de concentração de renda e de riqueza (Índice de Gini), indicadores de pobreza e extrema pobreza, informalidade e desocupação acima da média nacional e Renda Per Capital muito abaixo da média registrada nas demais regiões brasileiras e em relação à média nacional.

Vimos que apesar da maior emergência sanitária do século XXI a pandemia de Covid-19 que provocou a paralisação total ou parcial das atividades econômicas no mundo como um todo, a movimentação da mão-de-obra do Polo Industrial da Zona Franca de Manaus apresentou indicador positivo, no período analisado, 2020 a 2021, em relação às demais unidades industriais fabris do país.

Muito desse resultado positivo veio em decorrência do tipo de produto fabricado no Polo Industrial de Manaus – PIM, onde no momento encontram-se instaladas aproximadamente 500 empresas que dispõem de máquinas e equipamentos de alta tecnologia e com mão-de-obra treinada e de elevado grau de produtividade.

Com destaque para o aumento expressivo da demanda por produtos oriundos dos Polos de Informática, Eletroeletrônicos e Polo de Duas Rodas, aquecidos no período de agravamento da pandemia e de isolamento social, seja para atender uma atividade laboral doméstica, educação, lazer em família sem risco de contaminação ou mesmo para suprir o movimentado segmento de entrega de produtos e alimentos realizados pelos entregadores motorizados.

Ademais, em relação ao Polo de Duas Rodas, observamos também que este foi impactado de forma positiva pela necessidade de evitar aglomeração nos transportes públicos com o risco de contaminação ou mesmo com o objetivo de se deslocar a um custo mais baixo em decorrência dos aumentos frequentes dos combustíveis provocados pelo preço deste no mercado internacional bem como da desvalorização do Real em relação do Dólar, que afeta o preço do produto.

Em relação aos indicadores de exportação e importação, temos uma unidade fabril que demanda insumos, matérias-primas e componentes de vários lugares do mundo e abastecemos os mercados nacionais e internacionais com produtos acabados destinados ao consumidor final.

Em relação ao objeto deste estudo, a movimentação da mão-de-obra do PIM vimos que o PIM, o Polo Industrial da Zona Franca de Manaus foi a única unidade fabril

do Brasil que apresentou crescimento em relação ao quantitativo de mão-de-obra (efetiva + temporária + terceirizada), um crescimento de 4,64% dados de agosto de 2021 em relação ao mesmo período de 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da variação positiva, tivemos muitos entraves que impactaram a atividade industrial neste período: falta de insumos e matérias-primas, preço logístico, escassez de semicondutores, componentes, chips, cobre, ferro e aço, elevação dos preços das resinas, concorrência com produtos importados, elevação do dólar, fechamento de portos, falta de espaços em navios, escassez de mão-de-obra em decorrência do cumprimento das medidas de prevenção e contaminação, falta de containers que afetou o comércio internacional e atrasou o cumprimento dos prazos e mais recentemente, a contaminação pela variante ômicron e pelo vírus da gripe influenza H3N2, os quais têm provocado afastamento dos industriários de suas atividades ocupacionais.

## REFERÊNCIAS

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. 2015. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2014/pt/ranking>. Acesso em: 10 jan. 2022.

CHAMBERS, R. Vulnerability, coping and policy. IDS Bulletin, v.20, n.2, 1989.

CIEAM. Apresentação dos Indicadores Industriais. Ago/21. Disponível em: <https://cieam.com.br/apresentacao-indicadores-industriais-agosto-2021>. Acesso em: 16 jan. 2022.

IBGE. **PNAD.** 2021. Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=40](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=40). Acesso em: 10 jan. 2022.

IPEA. **Atlas da Vulnerabilidade Social.** 2015. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 10 de jan. 2022.

IPEA. **Índice de Vulnerabilidade Social.** 2019. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

MONTEIRO, S.R. da R.P. **O Marco Conceitual da Vulnerabilidade Social.** Sociedade em Debate, Pelotas-RS. v.17, n.2, p. 29-40, jul-dez, 2011.

ONU. **Índice de Desenvolvimento Humano.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/indice-de-desenvolvimento-humano>. Acesso em: 12 jan. 2022.

PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 295p. New York, 2004.

RECIO, Maria Encarnación. **Desigualdades na Pobreza: Trajetórias e Transições em uma Favela Paulistana**. Tese de Doutorado. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SAS. Diagnóstico Socioterritorial do Amazonas; Governo do Estado. Secretaria de Assistência Social, 246 p. 2020.

SILVA, Michele Lins Aracaty e; OLIVEIRA, Marcílio Lima de. A bioeconomia como Alternativa Complementar ao Modelo de Desenvolvimento do Amazonas. Bioeconomy as a complementary alternative to the Amazon development model. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 25, p. 46–65, 2021. DOI: 10.48075/igepec.v.25i0.26297. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/26297>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SUFRAMA. Indicadores Industriais. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/suframa/pt-br/sistemas/indicadores>. Acesso em: 16 jan. 2022.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

## O VEÍCULO ELÉTRICO COMO OPÇÃO AO PREÇO DO COMBUSTÍVEL

**João Fernandes Mansano Lima, Frederico Silva Moreira**

**Resumo:** O ano de 2021 foi marcado por um forte aumento no preço dos combustíveis, além da energia elétrica e de vários outros itens. Para economizar nos combustíveis, alguns proprietários optaram por trocar seus veículos, substituindo veículos movidos a combustão (etanol, gasolina ou diesel) por veículos elétricos. Neste artigo é discutido a formação de preço e variação dos tipos de combustíveis, e feito uma análise comparativa do custo de abastecimento/recarga para alguns modelos de veículos a combustão e elétricos. Como resultado, observou-se que o custo de recarga dos veículos elétricos é bem menor do que um veículo com motor a combustão abastecendo com etanol ou gasolina.

**Palavras-chave:** Veículo elétrico. Preço dos combustíveis. Análise de custo.

J. F. M. Lima (  ). PPGEES/FAENG/UFMS. Campo Grande, MS, Brasil.  
e-mail: jaumfml@hotmail.com

F. S. Moreira (  ). PPGEES/FAENG/UFMS. Campo Grande, MS, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

O ano de 2021 foi marcado por um forte aumento nos preços dos combustíveis no Brasil. A disparada do preço do barril de petróleo e a cotação do dólar elevada, fizeram o consumidor brasileiro sofrer com as consecutivas altas de preços dos combustíveis. Com poucas alternativas, os proprietários de veículos foram obrigados a rever hábitos e comportamentos, em busca de alguma economia. Enquanto parte dos proprietários preferiram desligar o ar-condicionado e utilizar com mais frequência o transporte público, outra parte preferiu mudar o tipo de combustível do veículo. Trocaram os veículos a combustão, que utilizam gasolina, diesel ou etanol, por veículos elétricos movidos a eletricidade.

Os Veículos Elétricos (VE) não são uma tecnologia recente. Foram criados no século XIX, e durante algum tempo, os VE disputaram a preferência das pessoas com os Veículos a Combustão (VC). Porém, ao longo do século XX, o VC se sobressaiu na disputa devido a sua maior autonomia e facilidade de reabastecimento, principalmente, deixando o VE obsoleto. Mas, o avanço da tecnologia, em especial o das baterias, reacendeu a disputa e trouxe novos elementos para a discussão sobre as vantagens e desvantagens oferecidas por cada tecnologia.

Após a crise do petróleo em 1973, quando diversos países árabes, membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) criaram embargos para os países importadores de petróleo, o resultado foi um aumento do preço do barril de petróleo e aumento da preocupação entre os países cuja economia dependiam fortemente do produto. Países como Estados Unidos e Japão passaram a questionar se a capacidade das reservas de petróleo da OPEP seria suficiente para atender a demanda mundial. Em busca de maior independência da OPEP, estes países passaram a adotar políticas de incentivo ao desenvolvimento de tecnologias que reduzissem a dependência do petróleo. O setor de transportes era o maior consumidor de petróleo (gasolina e óleo diesel), por isso, tornou-se um dos principais alvos das ações propostas. Em conjunto a estas políticas públicas, somou-se o forte apelo ambiental em buscas da redução de emissões de gases poluentes, como o CO<sup>2</sup>, além do uso de energias renováveis e melhoria da qualidade de vida nos grandes centros urbanos. Com essa perspectiva, o VE foi pouco a pouco reconquistando espaço, como uma solução ideal para todos os problemas enfrentados. Assim, ressurgiram os modelos híbridos, e na sequência, os modelos puramente elétricos.

A retomada da tecnologia do VE como uma alternativa ao VC desencadeou uma tendência entre fabricantes de veículos e governos ao redor do mundo, que se alinharam em busca do fim do VC, retirando-os de circulação. Diversos países, principalmente da Europa, já estabeleceram cronogramas, para a partir de 2035 proibir a circulação de VC em suas ruas. O mesmo cronograma está sendo adotado por diversos fabricantes de veículos. Tudo indica que entre 2025 e 2040, os modelos tradicionais de VC serão substituídos por modelos de VE, híbridos ou puramente elétricos.

Enquanto vários países da Europa se organizam e avançam para a proibição da circulação, comercialização e fabricação de VC, priorizando os modelos de VE, o Brasil parece estar fora desta corrida tecnológica. Por aqui, os modelos de VE são todos importados e avançam em ritmo lento. De acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), de novembro de 2021, a frota de veículos do Brasil é composta por 94% de veículos a combustão, que utilizam gasolina, etanol ou diesel como combustível. Já os VE representam somente 0,08% da frota. Ainda assim, dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) mostram que 2021 foi o melhor ano da história em vendas de veículos eletrificados no país. Um total de 34.990



unidades de VEs foram vendidos em 2021, representando um aumento de 77% em comparação ao ano de 2020. Para a ABVE e seus representantes, esse número de unidades vendidas mostra que o brasileiro tende a optar pelos veículos eletrificados em detrimento dos veículos a combustão, ainda que falte infraestrutura e incentivos para aquisição deste tipo de veículo.

Por trás deste recorde de unidades vendidas de VE estão os proprietários que optaram pela troca do tipo de combustível de seus veículos. Substituíram os VC por modelos eletrificados, certos de que a utilização da energia elétrica como combustível reduziria seus gastos mensais com deslocamento. Embora a oferta de energia no Brasil seja abundante, e em sua maioria renovável, a redução do regime de chuvas nos últimos anos registrou os piores resultados nos últimos 90 anos, e causou o desabastecimento dos principais reservatórios de água do país, gerando uma situação de emergência com o acionamento de diversas usinas termoeletricas. Essa situação caótica, fez com que o preço médio da energia elétrica residencial no Brasil registrasse um aumento de 20% em 2021, considerando os reajustes tarifários anuais concedidos as distribuidoras e os reajustes das bandeiras tarifárias aplicados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). No mesmo período, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que os combustíveis, como gasolina e etanol tiveram altas de 47,49% e 62,23%, respectivamente.

## **DESENVOLVIMENTO**

Neste tópico serão apresentados os principais combustíveis utilizados na frota nacional de veículos, como é sua formação de preço e variação. Em seguida será apresentado o VE, e depois serão feitas análises de custo/benefício para o abastecimento de VC recarga de VE.

### **Combustíveis**

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é um órgão federal vinculado ao Ministério de Minas e Energia, criado em 1997 pela lei n ° 9.478, responsável por estabelecer as políticas nacionais para aproveitamento racional das fontes de energia. Ela é responsável também pela regulação das indústrias brasileiras de petróleo, gás natural e biocombustíveis. A ANP tem por dever garantir o suprimento desses produtos em todo o território nacional, protegendo os interesses dos consumidores quanto ao preço, qualidade e oferta destes produtos.

### **Gasolina e Diesel**

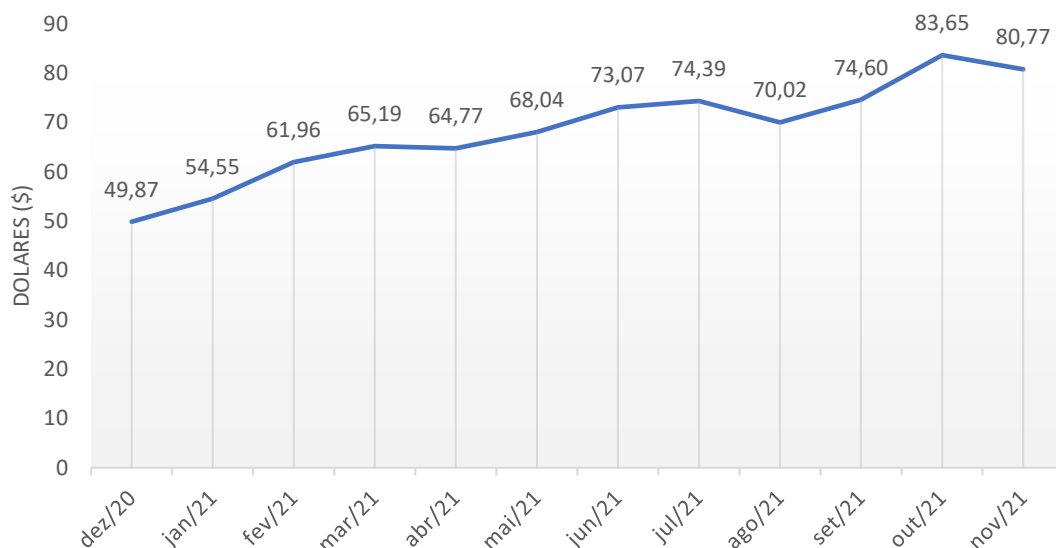
Fundada em 1953, a Petrobras atua na exploração de petróleo e na produção de seus derivados. Ao longo dos anos de atuação, a empresa se consolidou na liderança em prospecção de petróleo offshore, o que colocou a companhia entre as principais empresas petrolíferas no mundo.

Antes do contexto atual da política de preços de combustíveis no Brasil, no começo da década de 2010, havia em prática uma política de preços de combustíveis descolados dos preços internacionais, para melhor controle da inflação. Como resultado, o preço dos combustíveis se mantinha relativamente mais baixo em relação aos padrões internacionais. Porém, desde 2016, houve uma mudança na política adotada, fazendo com que os preços dos derivados do petróleo fossem atrelados aos padrões de preços

## O veículo elétrico como opção ao preço do combustível

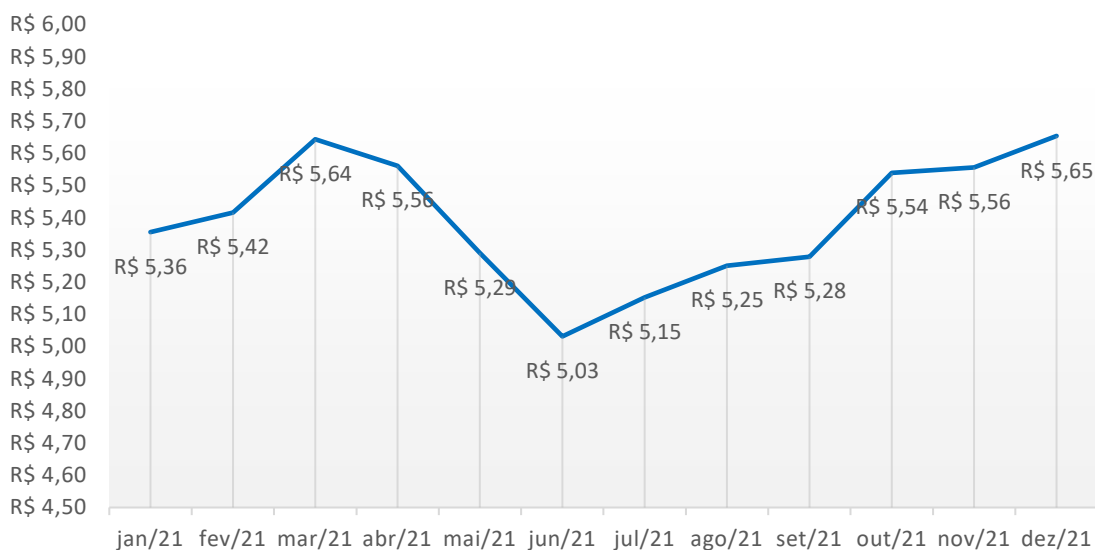
internacionais, o que elevou os preços dos combustíveis no Brasil. Desta forma, o preço do petróleo passou a seguir as cotações internacionais do barril de petróleo, que variam diariamente, para cima e para baixo e são cotadas em dólar americano. Na Figura 1 e 2 podemos observar a variação do preço do petróleo e do dólar. Essa mesma lógica é aplicada a outros tipos de *commodities* nas economias abertas, onde é possível importar e exportar como, por exemplo, trigo, café, metais, entre outros.

Figura 1 – Variação do preço do barril de petróleo tipo Brent



Fonte: Index Mundi (2021)

Figura 2 – Cotação do dólar em reais - 2021



Fonte: Index Mundi (2021)

Na Figura 3 podemos observar a cadeia produtiva do petróleo. As distribuidoras de combustível compram das refinarias a gasolina denominada tipo A e diesel tipo A, que de acordo com a legislação brasileira, a gasolina vendida nos postos deve ser misturada com etanol anidro e o diesel automotivo deve ser misturado com biodiesel, combustível renovável produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais, formando o óleo diesel “B”, este revendido nos postos. Desta maneira, o preço que o

consumidor paga nas bombas dos postos de combustíveis está incluído o preço de exploração e refino da Petrobras, o custo do etanol ou de aquisição do biodiesel, e os custos e as margens de comercialização das distribuidoras e dos postos revendedores, juntamente com todos os impostos devidos, conforme a FIGURA 4.

Figura 3 – Cadeia produtiva do petróleo



Fonte: Petrobras (2021)

Figura 4 – Custos que compõem o preço da gasolina e diesel



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2021)

## Etanol

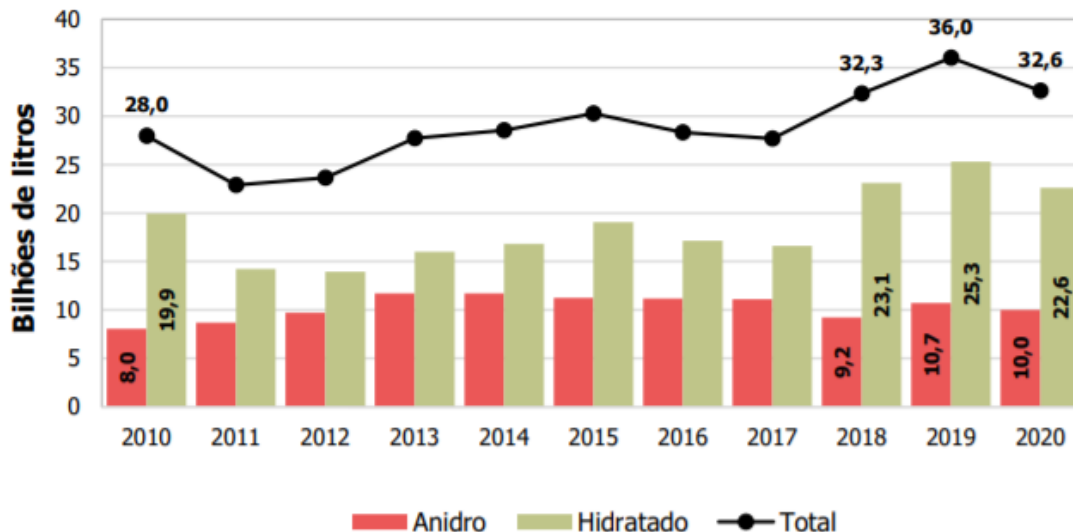
A cadeia produtiva do etanol é diferente da cadeia produtiva da gasolina e do diesel. Ela está atrelada ao setor sucroenergético e ligada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a ANP. O MAPA é responsável pelo acompanhamento das

fases agrícola e industrial da produção do etanol, enquanto a ANP compete às fases de distribuição e consumo do combustível.

A criação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), em 1975, visava estimular a produção do etanol a partir da cana-de-açúcar. O programa tinha por objetivo atender as necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. As variações do preço do etanol estão atreladas ao mercado da cana-de-açúcar. Isto acontece porque a cana-de-açúcar tem um alto retorno para os produtores, além de que o custo de produção do açúcar no país é baixo e consegue competir no mercado internacional, porém sofre com a volatilidade e grandes oscilações de preços deste mercado. As etapas da produção do açúcar ou do etanol diferem apenas a partir da obtenção do suco, que pode ser fermentado para a produção de etanol ou tratado para produção do açúcar. Caso a produção de açúcar se torne menos atrativa devido às reduções de preços internacionais, o que frequentemente ocorre, poderá ser mais vantajoso a mudança da produção para o etanol.

Além disso, como a gasolina contém etanol na sua composição, quando ocorre uma elevação no preço do etanol, conseqüentemente se eleva o preço da gasolina. Manter os preços do etanol e da gasolina equiparados funciona como estratégia para controlar a disponibilidade do etanol, uma vez que, se o etanol estiver muito mais barato que a gasolina, a procura pelo produto nos postos de combustíveis será grande, dada a enorme quantidade de veículos flex no Brasil. Isso poderia gerar escassez do produto e um forte desequilíbrio na balança de oferta e demanda, causando um forte aumento do preço do produto. A variação da produção de etanol no Brasil ao longo dos anos pode ser vista na FIGURA 5.

Figura 5 – Produção de Etanol no Brasil



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2021)

## Energia

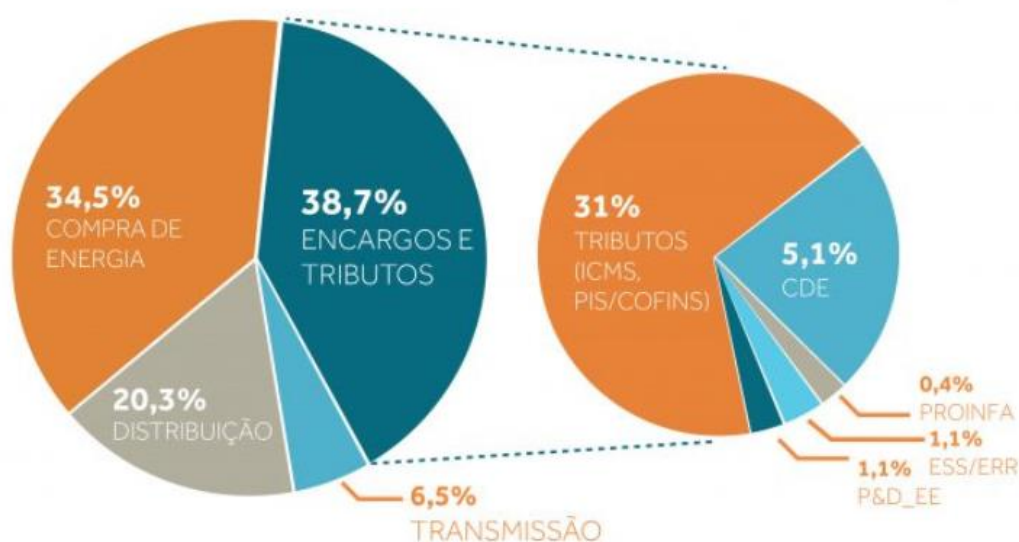
A Agência Nacional de Energia Elétrica tem como principal objetivo fiscalizar e regular a produção, transmissão, comercialização e distribuição de energia elétrica no território nacional. Outra atribuição da ANEEL é conceder, autorizar ou permitir instalações e serviços de energia elétrica. Além disso, a ANEEL tem o papel de implementar políticas no setor, realizar leilões e concessões, fazer a gestão de contratos, estabelecer regras

para o serviço de energia, criar metodologia para o cálculo de tarifas, fiscalizar o fornecimento da energia e mediar conflitos.

A tarifa de energia calculada pela ANEEL deve garantir o fornecimento de energia com qualidade e assegurar aos prestadores dos serviços ganhos suficientes para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento. Em resumo, são três os custos somados pela ANEEL para a definição da tarifa de cada distribuidora: geração da energia, transporte da energia até o consumidor (transmissão e distribuição) e os encargos setoriais, exemplificados na FIGURA 6.

Simplificadamente, a tarifa de energia é o preço cobrado por unidade de energia, R\$/kWh. É necessário compreender que o preço não considera somente o que se paga pelo consumo propriamente dito, mas também pela sua disponibilidade, 24 horas por dia, 7 dias por semana. Cada distribuidora compra uma quantidade de energia que considera suficiente para o atendimento dos seus clientes.

Figura 6 – Custos que compõem a tarifa de energia



Fonte: Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE (2020)

## Impostos

Imposto é um tributo obrigatório cobrado pelo governo em nível federal, estadual ou municipal. O valor pago contribui para custear as despesas administrativas do governo, sem a necessidade de haver uma contrapartida ao contribuinte. O não pagamento pode gerar multas ou até uma punição prevista em lei.

Somados todos os impostos aplicados sobre a cadeia produtiva dos combustíveis, estes podem representar até 45% do valor final cobrado dos consumidores nos postos de combustíveis. Em geral, dentro da cadeia produtiva dos combustíveis são cobrados os seguintes impostos:

### *PIS - Programa de Integração Social*

Tributo federal destinado a promover a integração do empregado na vida e no desenvolvimento das empresas.

O veículo elétrico como opção ao preço do combustível

#### *CONFINS - Contribuição para Financiamento da Seguridade Social*

Tributo federal destinado exclusivamente às despesas com atividades-fim das áreas de saúde, previdência e assistência social.

#### *CIDE - Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico*

Tributo federal destinado ao financiamento de programas de infraestruturas de transportes, projetos ambientais relacionados à indústria do petróleo e do gás, e ao pagamento de subsídios ao transporte de álcool combustível.

#### *ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal, e de Comunicação*

Tributo estadual sem destinação específica. Todo o valor arrecadado pode ser destinado para as mais diversas necessidades do estado arrecadador. A alíquota varia de estado para estado, respeitando, no entanto, o percentual de 25 a 34% para gasolina, 12 a 25% para o diesel e 12 a 30% para o etanol.

Da mesma forma, existem impostos sobre a cadeia produtiva da energia elétrica. Além dos impostos de PIS, COFINS e ICMS, cada município do país pode cobrar na conta de luz o chamado Custeio do Serviço de Iluminação Pública (CIP) que é destinado para manutenção e instalação da iluminação pública em ruas, avenidas e praças. Juntamente com os impostos, o custo da energia elétrica inclui também, os encargos setoriais. Estes são benefícios concedidos pelo governo a empresas e setores da população com o objetivo de diminuir o preço da energia e incentivar políticas no setor. Atualmente na conta de luz temos os seguintes encargos setoriais:

#### *Conta de Consumo de Combustíveis (CCC)*

Custeia o combustível usado por usinas termelétricas para gerar energia nos sistemas isolados da Região Norte.

#### *Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)*

Custeia energia para pessoas de baixa renda, concede descontos a setores econômicos estratégicos e barateia o uso de fontes alternativas

#### *Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE)*

Custeia o funcionamento da ANEEL.

#### *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA)*

Incentiva a geração de energia a partir de fontes alternativas (eólicas e biomassa) e de pequenas centrais hidrelétricas.

#### *Reserva Global de Reversão (RGR)*

Gera recursos para reversão das instalações utilizadas na geração e transporte de energia em favor das concessionárias, além de financiar a expansão e melhoria do serviço de energia elétrica.

*Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH)*

Compensa financeiramente a União, estados e municípios pelo uso da água e de terras produtivas necessárias à instalação de usinas para geração de energia.

*Encargos de Serviços do Sistema (ESS)*

Aumenta a confiabilidade e a segurança da oferta de energia no país.

*Operador Nacional do Sistema (ONS)*

Financia o funcionamento do Operador Nacional do Sistema Elétrico, que coordena e controla a operação das geradoras e transmissoras de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN).

*Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (P&D/EE)*

Estimula pesquisas científicas e tecnológicas relacionadas à energia elétrica e ao uso sustentável dos recursos necessários para gerá-la.

*Encargo de Energia de Reserva (EER)*

Cobre custos decorrentes da contratação de energia de reserva, incluindo os custos administrativos, financeiros e tributários.

## **Veículos Elétricos**

Diferentemente dos veículos a combustão, os VE podem ter mais de um motor, não necessitam de tanque de combustível nem de sistema para exaustão de gases e na grande maioria dos casos, a transmissão é bem mais simples do que nos veículos convencionais. Além dos motores elétricos e dos armazenadores de energia, um VE também possui um inversor de frequência, um carregador, além de itens de segurança para a tensão de operação, que pode ser superior a 600 Volts.

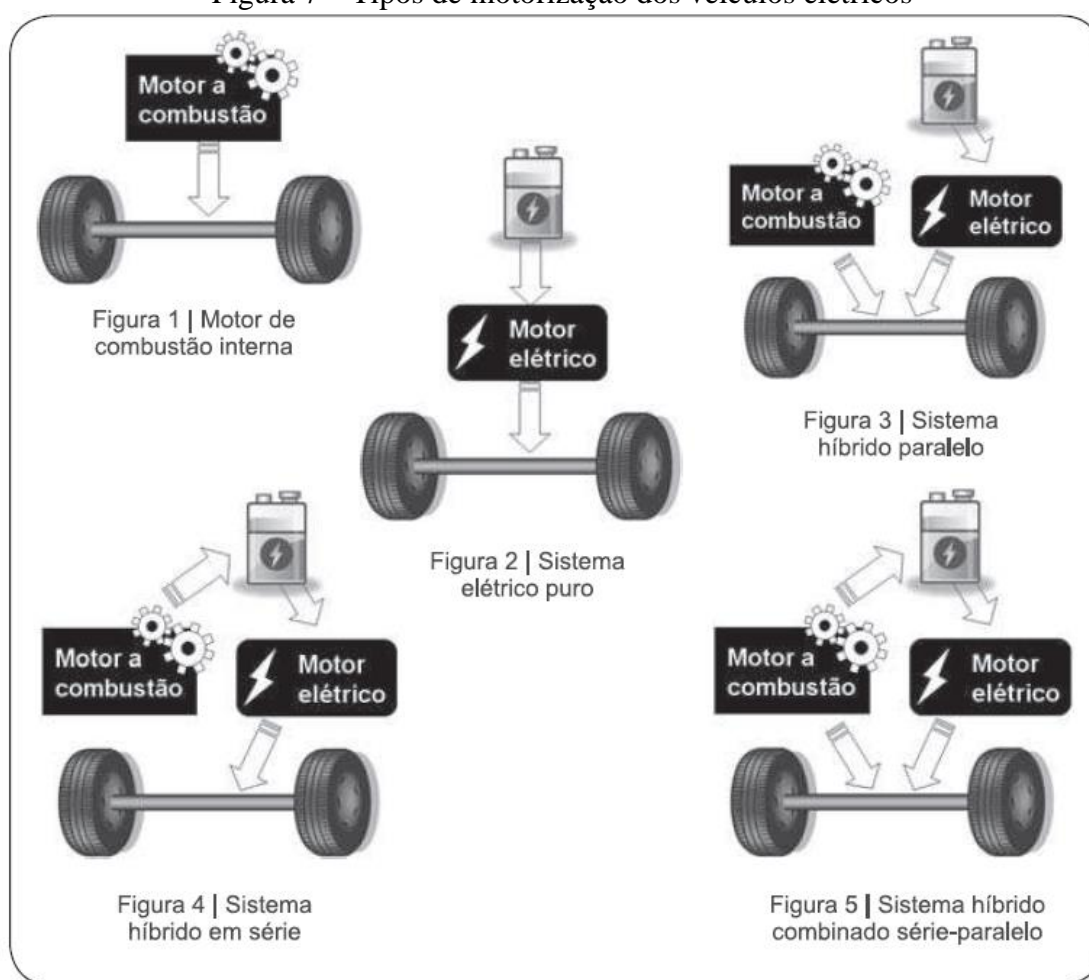
O veículo que é puramente elétrico, também chamado pela sigla em inglês BEV (*Battery Electric Vehicle*) não usa nenhum outro combustível, além da energia elétrica disponível nas baterias. O principal motivo que impede que os veículos puramente elétricos não substituam de vez os veículos à combustão é a densidade de energia das baterias e infraestrutura necessária para carregá-las. Ainda existem muito mais postos de combustíveis do que estações de recarga.

Os veículos híbridos recebem a sigla HEV (*Hybrid Electric Vehicle*) por terem, além do motor elétrico e baterias, um motor à gasolina e tanque de combustível. Em muitos modelos de veículos híbridos, o motor à combustão além de mover o veículo, também é capaz de gerar energia para carregar as baterias. O uso do motor elétrico torna o veículo mais eficiente por combinar o torque e a força dos motores, que podem ser usados ao mesmo tempo, mas esta combinação depende do objetivo de cada fabricante.

Os HEVs têm autonomia maior que os BEV e gastam menos combustível que os veículos com motor à combustão, resultando num custo menor por quilometro rodado. Por outro lado, a mecânica dos veículos híbridos é mais complexa, pois combina a mecânica de um veículo elétrico com a de um veículo à combustão, sendo dois tipos de motores para dar manutenção, mais as baterias.

O veículo do tipo PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) é parecido com um HEV, mas a principal diferença está na possibilidade de recarga das baterias através do uso da rede elétrica, e não por um sistema regenerativo, característico dos veículos HEV. O veículo PHEV permite uma variação ao utilizar o tanque de combustível para trajetos mais longos, e usar a eletricidade das baterias nos trajetos do dia a dia, economizando muito mais combustível que os outros tipos de veículos. Na Figura 7 podemos observar os tipos de motorização disponíveis atualmente para os veículos elétricos.

Figura 7 – Tipos de motorização dos veículos elétricos



Fonte: ARAUJO (2015)

### Gasolina e Etanol x Energia Elétrica

No Brasil, os VC são em sua maioria do tipo flex, que utilizam gasolina ou etanol. Isso possibilita ao consumidor escolher qual combustível é mais vantajoso economicamente. Entretanto, o desempenho de autonomia e rendimento do veículo é diferente, de acordo



com o combustível. A análise do desempenho de cada modelo e o custo para abastecer permite uma avaliação sobre qual o melhor combustível economicamente.

Quando se compara economicamente o abastecimento de VC e VE há de se considerar as diferenças entre as tecnologias. Os VC utilizam gasolina, etanol ou diesel e os VE utilizam energia elétrica. A composição do preço e forma de distribuição de cada um destes insumos são diferentes. Sendo o Brasil, um país extenso, é natural que o valor final que cada consumidor paga por estes insumos, seja diferente em cada região.

Neste artigo, como forma de avaliar os custos de abastecimento de um VC e um VE, as análises serão feitas considerando o preço médio dos insumos de gasolina, etanol e energia elétrica nas cinco macrorregiões econômicas do país: Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul. A escolha dos VC analisados baseou-se nos modelos mais vendidos em 2021. Já a escolha dos VE analisados baseou-se nos modelos mais baratos disponíveis no mercado brasileiro atualmente. Para análise do consumo de combustível/bateria considerou-se o ciclo urbano de desempenho. Os valores de custos são referentes a encher um tanque de combustível ou completar a carga de bateria.

De acordo com dados da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE), os modelos de veículos mais vendidos em 2021 foram: Hyundai HB20, Fiat Strada e Jeep Renegade. Mais detalhes destes modelos podem ser vistos na TABELA 1.

TABELA 1 – Modelos de veículos mais vendidos no Brasil em 2021

MODELO	PREÇO INICIAL	CONSUMO CIDADE (km/L)		TANQUE (L)
		ETANOL	GASOLINA	
Hyundai HB20	R\$ 57.890,00	9,1	12,8	50
Fiat Strada	R\$ 77.324,00	8,3	11,8	55
Jeep Renegade	R\$ 69.990,00	6,9	10,0	60

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os dados dos VC (Tabela 1), podemos considerar que o valor médio do tanque de combustível é 55 litros, consumo médio de 8,1 km/litro com etanol e 11,5 km/litro com gasolina, o que gera uma autonomia média de 446 km e 634 km, respectivamente.

De acordo com dados da ANP, considerando os custos dos combustíveis nas diferentes regiões do Brasil, podemos definir um preço médio para o etanol e para a gasolina, para cada região do país, que pode ser visto na TABELA 2. Fazendo uma média simples, podemos inferir um preço médio nacional do etanol de R\$ 5,20 e da gasolina de R\$ 6,63. Os valores dos preços de etanol e gasolina estão com a incidência dos impostos.

TABELA 2 – Preço médio do combustível por região

REGIÃO	ETANOL	GASOLINA
CENTRO-OESTE	R\$ 4,940	R\$ 6,743
NORDESTE	R\$ 5,331	R\$ 6,644
NORTE	R\$ 5,708	R\$ 6,660
SUDESTE	R\$ 5,009	R\$ 6,625
SUL	R\$ 5,192	R\$ 6,456

Fonte: Elaborado pelo autor.

O veículo elétrico como opção ao preço do combustível

Baseando-se no preço médio dos combustíveis em cada região e nos dados técnicos do manual de cada VC, o custo de um tanque completo de combustível para abastecer com Etanol e com Gasolina foi calculado, e pode ser observado nas TABELAS 3 e 4.

TABELA 3 – Custo de um tanque completo de Etanol

MODELO	CENTRO-OESTE	NORDESTE	NORTE	SUDESTE	SUL
Hyundai HB20	R\$ 247,00	R\$ 266,55	R\$ 285,40	R\$ 250,45	R\$ 259,60
Fiat Strada	R\$ 271,70	R\$ 293,21	R\$ 313,94	R\$ 275,50	R\$ 285,56
Jeep Renegade	R\$ 296,40	R\$ 319,86	R\$ 342,48	R\$ 300,54	R\$ 311,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 4 - Custo de um tanque completo de Gasolina

MODELO	CENTRO-OESTE	NORDESTE	NORTE	SUDESTE	SUL
Hyundai HB20	R\$ 337,15	R\$ 332,20	R\$ 333,00	R\$ 331,25	R\$ 322,80
Fiat Strada	R\$ 370,87	R\$ 365,42	R\$ 366,30	R\$ 364,38	R\$ 355,08
Jeep Renegade	R\$ 404,58	R\$ 398,64	R\$ 399,60	R\$ 397,50	R\$ 387,36

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelas Tabelas 3 e 4, observa-se que o preço médio geral de um tanque completo de Etanol é R\$ 287,98, já para a Gasolina o preço médio geral é de R\$ 364,41.

Quando se trata de VE, os custos para abastecer podem variar consideravelmente, isso porque cada região do país é atendida por uma distribuidora de energia, com diferentes tarifas de energia, impostos e encargos. Temos na Tabela 5, o preço médio das tarifas de energia por região do Brasil, fornecidos pela ANEEL.

TABELA 5 – Preço médio das tarifas de energia por região

REGIÃO	TARIFA (R\$/kWh)
CENTRO-OESTE	R\$ 0,646
NORDESTE	R\$ 0,609
NORTE	R\$ 0,713
SUDESTE	R\$ 0,625
SUL	R\$ 0,581

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores das tarifas de energia estão sem a incidência dos impostos.

Considerando os modelos de VE mais baratos disponíveis a venda no Brasil, destacam-se os modelos apresentados na Tabela 6: JAC E-JS1, Renault ZOE e Nissan LEAF.

TABELA 6 – Modelos de VE mais baratos

MODELO	PREÇO INICIAL	AUTONOMIA (km)	BATERIA (kWh)
JAC E-JS1	R\$ 164.900,00	300	30
Renault ZOE	R\$ 204.990,00	385	52
Nissan LEAF	R\$ 277.990,00	273	40

Fonte: Elaborado pelo autor.

O custo aproximado para carregar a bateria por completo de cada modelo é apresentado na TABELA 7.

TABELA 7 - Custo de uma recarga completa da bateria

MODELO	CENTRO-OESTE	NORDESTE	NORTE	SUDESTE	SUL
JAC E-JS1	R\$ 19,38	R\$ 18,27	R\$ 21,39	R\$ 18,75	R\$ 17,43
Renault ZOE	R\$ 33,59	R\$ 31,67	R\$ 37,08	R\$ 32,50	R\$ 30,21
Nissan LEAF	R\$ 25,84	R\$ 24,36	R\$ 28,52	R\$ 25,00	R\$ 23,24

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a Tabela 7, observa-se que o preço médio geral de uma recarga é de R\$ 25,82. Considerando que os impostos representam cerca 40% de todo custo da energia paga pelos consumidores, o preço médio geral com imposto seria de R\$ 43,03. Pela Tabela 6, observa-se que os modelos de VE possuem autonomia menor que os VC, o que implica em mais recargas para equiparar as autonomias. Mesmo assim, carregando-se duas ou três vezes cada modelo, o custo com o combustível do VE seria ainda pelo menos 50% menor que os custos com a gasolina ou etanol, considerando os modelos de VC da Tabela 1.

Adotando o preço médio nacional de R\$ 5,20 para o etanol, de R\$ 6,63 para a gasolina e 0,889 R\$/kWh (média das regiões + 40% de imposto), e ainda os dados técnicos dos veículos apresentados nas Tabelas 1 e 6, foi criada a Tabela 8, que mostra um comparativo do custo de combustível para rodar 1000 km com cada um dos 6 modelos analisados.

TABELA 8 – Custo de combustível (R\$/1000 km)

	HB20	STRADA	RENEGADE	JAC E-JS1	ZOE	LEAF
ETANOL	R\$ 571,59	R\$ 626,68	R\$ 753,83	-	-	-
GASOLINA	R\$ 517,63	R\$ 561,49	R\$ 662,56	-	-	-
ENERGIA ELÉTRICA	-	-	-	R\$ 88,87	R\$ 120,03	R\$ 130,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto os combustíveis derivados do petróleo (gasolina e diesel), quanto os gerados a partir de recursos naturais renováveis (etanol e energia elétrica) estão sujeitos as variações de mercado. A taxa de câmbio do dólar americano e o preço do barril de petróleo no mercado internacional continuarão a determinar o preço da gasolina. De maneira semelhante, o mercado de açúcar influenciará o preço do etanol, enquanto para a energia elétrica, os fatores que compõem a geração, transmissão e distribuição de energia terão reflexo no valor da tarifa de energia. Uma vantagem da energia elétrica é que ela pode ser gerada de maneira local, no imóvel onde se encontra o ponto de recarga do VE, ou em qualquer outro lugar, devido à facilidade de se instalar uma geração fotovoltaica, cada vez mais acessível e presente na realidade dos brasileiros.

Neste artigo foram feitas análises e comparações de veículos com motores a combustão e elétricos, mostrando que, quando se trata dos gastos com abastecimento, os VE têm uma grande vantagem econômica sobre os VC, conforme apresentado na Tabela 8. Porém, o valor inicial de compra bem maior dos modelos elétricos, a falta de postos de recarga suficientes e a necessidade de infraestrutura adequada para estes modelos, são ainda desvantagens a serem superadas. Se o Brasil adotar o ritmo dos demais governos, em especial os governos europeus, quando o assunto é VE, muito em breve, os modelos elétricos serão os predominantes da frota brasileira.

## REFERÊNCIAS

ABRADEE. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. *In: Tarifas de Energia*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ABVE. Associação Brasileira do Veículo Elétrico. *In: Eletrificados batem todas as previsões em 2021*. [S. l.], 6 jan. 2022. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletrificados-batem-todas-as-previsoes-em-2021/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *In: Frota por município e combustível*. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://anfavea.com.br/estatisticas>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *In: Ranking das tarifas*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *In: ICMS em energia elétrica*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ANP. Agência Nacional de Petróleo. *In: Sistema de levantamento de preços*. [S. l.], 18 jan. 2022. Disponível em: [https://preco.anp.gov.br/include/Resumo\\_Semanal\\_Index.asp](https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Semanal_Index.asp). Acesso em: 21 jan. 2022.

ARAUJO, Alexandre L., EICHENBERGER, Alyne. C. **Inserção de veículos elétricos – Análise dos impactos no sistema elétrico de potência na subestação central/batel em Curitiba**. Orientador: Prof. Alvaro Augusto W. de Almeida. 2015. 112 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT), Curitiba, 2015.

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. Orientador: Luiz Fernando Loureiro Legey. 2012. 124 p. Tese (Doutorado) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa de engenharia (COPPE) da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, 2012.

EPE. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis – Ano 2020**. [S. l.]: Empresa de Pesquisa Energética, 2021. 80 p. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-615/NT-EPE-DPG-SDB-2021-03\\_Analise\\_de\\_Conjuntura\\_dos\\_Biocombustiveis\\_ano\\_2020.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-615/NT-EPE-DPG-SDB-2021-03_Analise_de_Conjuntura_dos_Biocombustiveis_ano_2020.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

FENABRAVE. Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. *In: Os carros mais vendidos no Brasil em 2021*. [S. l.], 6 jan. 2022. Disponível em: <http://www.fenabreve.org.br/portalv2/Conteudo/Emplacamentos>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Viera. *In: Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Política de preços dos combustíveis*. [S. l.: s. n.], 2019. cap. Capítulo 8. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/337497905\\_POLITICA\\_DE\\_PRECOS\\_DOS\\_COMBUSTIVEIS](https://www.researchgate.net/publication/337497905_POLITICA_DE_PRECOS_DOS_COMBUSTIVEIS). Acesso em: 10 jan. 2022.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. *In: Encargos e tributos compõem mais de 40% da sua conta de luz*. [S. l.], 2021. Disponível em: [https://idec.org.br/edasuaconta\\_bkp/encargostributos](https://idec.org.br/edasuaconta_bkp/encargostributos). Acesso em: 12 jan. 2022.

INDEX. Index Mundi. *In: Petróleo bruto Brent Preço Diário*. [S. l.], 18 jan. 2022. Fonte: US Energy Information Administration. Disponível em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%E7os-de-mercado/?mercadoria=petr%C3%B3leo-bruto-brent&meses=60>. Acesso em: 21 jan. 2022.

LIMA, Nilton C. **A formação dos preços do etanol hidratado no mercado brasileiro de combustíveis**. Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira. 2011. 218 p. Tese (Doutorado) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de economia, administração e contabilidade, São Paulo, 2011.

PACHECO, Carlos Augusto G.; SILVA, Filipe de Pádua F.; CAVALCANTI, Marcelo C.B.; STELLING, Patricia F.B. **Entendendo a formação dos preços finais de combustíveis no Brasil**. [S. l.]: Empresa de Pesquisa Energética, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/serie-de-formacao-de-precos-de-combustiveis>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PAZ, Filipe. **Conhecendo os tributos que incidem sobre o combustível**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://filipeadp.jusbrasil.com.br/artigos/585213228/conhecendo-os-tributos-que-incidem-sobre-o-combustivel>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PETROBRAS. Petróleo Brasileiro S.A. *In: Preços de Venda de Combustíveis*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/precos-de-venda-de-combustiveis/#gasolina>. Acesso em: 10 jan. 2022.


SABINO, Marlla. **Conta de luz subiu 137% acima da inflação nos últimos 7 anos, aponta abraçeeel**. Brasília, 17 jan. 2022. Disponível em: <http://broadcast.com.br/cadernos/financeiro/?id=bStOdFA5QW53S3F6SHlxTmUxdlJEZz09>. Acesso em: 21 jan. 2022.

## USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL POTENCIAL NO TRATAMENTO DE INFECÇÕES FÚNGICAS

**Simony Costa Beber, Ana Paula Weber Fell, Lenara Schalanski Krause, Isabella Stivanin Lacerda, Christiane de Fátima Colet**

**Resumo:** Nos últimos anos houve uma crescente incidência das infecções fúngicas associadas à resistência dos medicamentos antifúngicos sintéticos comercializados. Estes ainda apresentam efeitos colaterais importantes e por isso justifica-se a necessidade de desenvolvimento de novas terapias. Entre essas destaca-se a utilização de óleos essenciais que têm apresentado efeitos promissores para essa finalidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre as evidências do uso de óleos essenciais contra fungos patogênicos à saúde humana. Diversos óleos, tais como *Cymbopogon nardus*, *Lavandula dentata*, *Thymus vulgaris*, *Satureja khuzistanica Jamzad*, *Ocimum gratissimum*, *Origanum vulgare*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Laurus nobilis*, *Cymbopogon winterianus*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon martinii*, *Eugenia dysenterica*, *Eugenia caryophyllus*, *Cannabis sativa*, *Syzygium aromaticum*, *Rosmarinus officinalis* e *Hedyosmum brasiliense* tem se mostrado promissores no tratamento de *Candida spp.*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichophyton*, *Microsporum* e *Epidermophyton*. Entretanto, é notório a escassez de estudos *in vivo*, que comprovem o seu real efeito terapêutico.

**Palavras-chave:** Fungos. Óleo essencial. Terapias complementares. Micose. Candidíase.

S. C. Beber (  ). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, Brasil.  
e-mail: simony.beber@sou.unijui.edu.br

A. P. W. Fell (  ). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, Brasil.

I. S. Lacerda (  ). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, Brasil.

L. S. Krause (  ). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, Brasil.

C. F. Colet (  ). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Atualmente as doenças fúngicas emergentes têm se tornado patógenos notórios por causarem danos em plantas, mas, também, em animais e humanos. Entretanto, o papel dos fungos como patógenos humanos e animais é uma descoberta relativamente recente (KÖHLER et al., 2014). Nos últimos anos houve uma crescente incidência das infecções fúngicas, em especial as superficiais, ou seja, cabelo, pele e unhas, que acomete mais de 1 bilhão de pessoas globalmente (HAVLICKOVA; CZAIIKA; FRIEDRICH, 2008).

Além disso, infecções fúngicas invasivas, capazes de gerar doenças sistêmicas em humanos, estão em destaque devido às altas taxas de mortalidade, frequentemente associadas à imunodeficientes, e com mortalidade anual de 1,6 milhão de pessoas no mundo (BROWN et al., 2012). Somente no estado do Rio Grande do Sul/Brasil houve um total de 13.707 registros epidemiológicos de infecções fúngicas de dezembro de 2003 a dezembro de 2015 fs, sendo no período de 2007 a 2010, o maior número de casos (38%) (FAY et al., 2019). Este aumento de casos tem se tornado um problema de saúde pública, considerando a resistência desses patógenos frente a farmacologia comumente prescrita. Portanto, a pesquisa por novos antifúngicos tem crescido nos últimos anos e a possibilidade de encontrar novos alvos terapêuticos também tem sido reavaliada (VANDEPUTTE; FERRARI; COSTE, 2012; FERREIRA et al., 2013)

Além da resistência, supracitada, o uso contínuo das drogas antifúngicas, como as da classe dos azóis, vem causando efeitos adversos como hepatotoxicidade e efeitos relacionados hormonais, incluindo ginecomastia, alopecia, diminuição da libido, oligospermia, azoospermia, impotência, hipocalcemia, hiponatremia e em alguns casos insuficiência adrenal (BENITEZ; PEGGY, 2019).

Diante dos efeitos colaterais e da resistência dos medicamentos antifúngicos, já mencionados, justifica-se a necessidade de desenvolvimento de novas terapias. As quais a utilização de plantas medicinais têm tido bastante destaque, por apresentarem compostos com importantes efeitos biológicos. Os compostos bioativos retirados das plantas estão divididos em dois grupos: os metabólitos primários, representados por proteínas, carboidratos, lipídeos e aminoácidos, e os metabólitos secundários, formados por compostos fenólicos, flavonóides e óleos essenciais (ALBUQUERQUE, HANAZAKI 2006; BALDWIN et al., 2015).

Esses compostos denominados como metabólitos secundários de plantas (MSP), possuem diversos derivados que podem ser isolados. Especificamente nos óleos essenciais, esses componentes e a proporção deles, não são constantes e variam de acordo com alguns fatores que a planta é submetida, como intensidade luminosa, condições hídricas, clima, variações geográficas, os quais possuem influência direta na síntese desses metabólitos secundários (FIGUEIREDO; BARROSO; PEDRO, 2007; MAMBRI, 2016). Desta forma, suscitam-se as pesquisas que avaliem o impacto destes fatores.

Ainda sobre o uso de plantas medicinais para tratamentos de saúde, como as infecções fúngicas, trata-se de uma importante alternativa na população brasileira pois esta carrega suas origens étnicas e culturais dos povos indígenas, africanos e europeus uma ampla tradição no uso de plantas medicinais no tratamento de diversas doenças, a qual potencializa esse uso pela população e serve de aporte para o desenvolvimento de pesquisas com resultados em tecnologias e terapêuticas apropriadas (BRANDÃO, 2009; CIOFFI, 2014; BORBA; MACEDO, 2006). Ainda, o Brasil é uma fonte potencial de plantas medicinais, com uma biodiversidade de sua flora, compreendendo mais de 45.000 espécies e responsável por cerca de um quarto de todas as espécies de plantas encontradas no mundo (DUTRA, 2016).

A primeira Farmacopeia Brasileira, publicada no ano de 1929, por Rodolpho Albino Dias da Silva, tendo o nome de “farmacopeia verde”. Com 183 espécies de plantas medicinais brasileiras, trazia descrições macro e microscópicas destas. Essa edição foi o passo inicial para

o surgimento de leis, decretos e portarias que oficializaram o uso de plantas como medicamento, levando a regulamentação para a produção, comercialização e consumo dos mesmos. O uso de medicamentos fitoterápicos para fins profiláticos, curativos, paliativos ou com fins de diagnósticos passou a ser reconhecido oficialmente pela Organização Mundial da Saúde (OMS) somente no ano de 1978, quando preconizou a difusão mundial dos conhecimentos necessários para o seu uso (MARQUES e PETROVICK, 2004). Porém, somente nas duas últimas décadas, seguindo tendências mundiais, o Brasil voltou a valorizar sua flora como fonte inestimável de novas moléculas com atividade biológica e medicamentos fitoterápicos (SILVA, 2010; MONTEIRO; BRANDELLI, 2017).

A biodiversidade vegetal apresenta diversos compostos bioativos que são vistos como grandes promissores na produção de novos fármacos, confirmados pelos atributos terapêuticos encontrados nas plantas e utilizados na medicina popular (MORAIS-BRAGA et al., 2013). Com base nisto, esse potencial vem sendo estudado como alternativa promissora no combate às infecções fúngicas (SANTOS et al., 2010) em especial dos óleos essenciais considerando seus compostos químicos e efeitos observados pelo uso tradicional e pelos estudos publicados. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre as evidências do uso de óleos essenciais contra fungos patogênicos à saúde humana.

## DESENVOLVIMENTO

Os fungos são microrganismos classificados de acordo com suas características de comportamento no ambiente podendo ser heterotróficos e se alimentar de matéria viva, ocasionando lesões ou saprófitos, que se alimentam de matéria orgânica, e representam a maioria dos fungos, e podem ser unicelulares ou multicelulares, leveduras e filamentosos (TAKAHASHI et al., 2017).

As infecções fúngicas tiveram sua ascensão no final da década de 1960, influenciada pelo número crescente de casos de pacientes imunossuprimidos, relacionados à AIDS, neoplasias malignas, diabetes, fibrose cística, transplante de órgãos e procedimentos estéticos. Essas infecções são causadas por microrganismos patógenos primários, que naturalmente são capazes de infectar uma população saudável, e por microrganismos oportunistas, dentre eles os comensais, que se tornam capazes de desenvolver colonização infecciosa no corpo humano imunodeprimido. Os fungos patógenos podem ser divididos em filamentosos e leveduras, sendo que a maioria dos patógenos primários são fungos filamentosos, enquanto a maioria dos patógenos oportunistas são leveduras, embora cada vez mais se tem identificado fungos filamentosos neste grupo (VANDEPUTTE; FERRARI; COSTE, 2012; SANTAMARÍA et al., 2011).

Tais infecções fúngicas também podem ser classificadas em função do tecido infectado, por exemplo, o tecido cutâneo, como pele e unhas é acometido pelos fungos patógenos primários: *Trichophyton*, *Epidermophyton* e *Microsporum*. Enquanto na mucosa, como vagina, trato digestivo, trato urinário e olhos, o principal fungo causador de doenças é o patógeno oportunista *Candida spp.* Além dos patógenos oportunistas sistêmicos, que acometem qualquer órgão, desde pulmões, cérebro, até corrente sanguínea, tais como *Candida*, *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Histoplasma*, *Pneumocystis*, *Coccidioidomycosis* (VANDEPUTTE; FERRARI; COSTE, 2012).

Ainda sobre os fungos oportunistas, são estes que causam a maioria das micoses, principalmente se beneficiam de indivíduos imunocomprometidos. Já os fungos patogênicos são os que causam em sua maioria as infecções sistêmicas, pois são fungos parasitos que tendem a provocar prejuízo no seu hospedeiro (LIMA, 2021).

As doenças causadas por fungos podem ser alérgicas, toxigênicas e infecciosas (FORTUNA, 2020). Segundo Oliveira (2014) às doenças alérgicas se devem aos indivíduos



sensibilizados pelos esporos dos fungos na atmosfera, que dependem das condições do ambiente para seu desenvolvimento.

Um estudo realizado por Cordeiro et al. (2021) em uma clínica médica de Recife mostrou que os fungos *Aspergillus* e *Penicillium* foram os que apresentaram maior tempo de permanência no ar das enfermarias da clínica médica da unidade de saúde. Este estudo ainda relata que a presença da espécie *Aspergillus sp.* pode causar infecções e liberar grande quantidade de esporos alérgenos no ar, piorando o quadro clínico de pacientes sensibilizados. E o gênero *Penicillium*, assim como *Aspergillus*, podem causar infecções pulmonares e cutâneas.

Existe o gênero *Cladosporium spp* no qual os fungos são dematiáceos, pois causam lesões de pele através da sua propriedade de digerir as proteínas da epiderme. Podem causar doença alérgica, infecções desde superficiais a profundas, pneumonia e sinusite fúngica alérgica (MENEZES; PÉREZ; LIMA, 2017).

## POTENCIAL ANTIFÚNGICO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS CONTRA *CANDIDA SPP.*

A Levedura do gênero *Candida* é classificada como o quarto agente mais comum de infecções associadas aos cuidados de saúde em todo o mundo e vem apresentando alta resistência a azóis, incluindo o último triazóis de geração, como voriconazol e posaconazol, a qual está relacionada à superexpressão de bombas de efluxo em diferentes estágios de desenvolvimento de biofilme (RAMAGE et al., 2002; MÜLLER-SEPÚLVEDA et al., 2020).

Diante dessa dificuldade no tratamento, diversos OE tornam-se promissores em estudos *in vitro*. Como o OE de *Satureja khuzistanica Jamzad*, que apresentou os principais componentes carvacrol (94,1%) e  $\beta$ -bisaboleno (1,7%) e obteve na concentração 1,5 $\mu$ l/disco de óleo essencial uma inibição maior do que o cetoconazol (10  $\mu$ g/disco) e clotrimazol (10 $\mu$ g/disco) para os isolados de *C. albicans*. Ainda, 1  $\mu$ l / disco desse OE teve halo de inibição maior do que a anfotericina B (50 U/disco) (MAHBOUBI; ATTARAN, 2019).

Outro OE promissor foi o de *Cymbopogon nardus (L.) Rendl* que apresentou na sua constituição química citronelal (27,87%), geraniol (22,77%), geranial (14,54%), citronelol (11,85%) e neral (11,21%), e seus resultados mostraram importante potencial antifúngico para todas as cepas testadas com valores de concentração inibitória mínima (CIM) variando de 250 a 1000  $\mu$ g/ mL, exceto para *Candida tropicalis*. Ainda o EO apresentou alta inibição de biofilmes, principalmente contra *Candida albicans* ATCC (97,7%) (DE TOLEDO et al., 2016).

No estudo de Müller-Sepúlveda et al. (2020) o OE de *Lavandula dentata* apresentou CIM de 130 e 156  $\mu$ g/mL contra as cepas de *C. Albicans*. Nessas concentrações o OE foi capaz de se comportar como inibidor de adesão, morfogênese, bio-formação de filme, microarquitetura alterada e ainda diminuiu a viabilidade de biofilmes estabelecidos, formados em superfícies abióticas para ambas as cepas testadas.

Outro OE promissor foi o de *Thymus vulgaris*, que apresentou em sua constituição o timol (54,73%), carvacrol (12,42%), terpineol (4,00%), acetato de nerol (2,86%) e fenhol (0,5%), Nesse estudo de Jafri & Ahmad (2020), foi demonstrado a capacidade *in vitro* do OE de *T. vulgaris*, e seu isolado timol, de reduzir significativamente a formação do biofilme de *C. albicans* e *C. tropicalis*. Além de demonstrarem que esse OE interage sinergicamente com drogas antifúngicas, o que pode ser explorado na elaboração de formulações em associação contra espécies resistentes aos medicamentos convencionais utilizados.

Além disso, Khan et al. (2011) avaliaram a indução de estresse oxidativo como possível mecanismo de ação antifúngica de três fenilpropanóides, provenientes de óleos essenciais, demonstrando que o eugenol (CIM<sub>90</sub> = 500  $\mu$ g/mL), metil eugenol (CIM<sub>90</sub> = 350  $\mu$ g/mL) e estragol (CIM<sub>90</sub> = 200  $\mu$ g/mL), causam estresse oxidativo em *C. albicans* (ATCC

90028) culminando em peroxidação lipídica e consequente desarranjo da membrana fúngica desencadeando a morte celular.

## ÓLEOS ESSENCIAIS VERSUS *CRYPTOCOCCUS SPP.*

*Cryptococcus neoformans* é um fungo, considerado um patógeno oportunista encontrado no meio ambiente em detritos de origem vegetal e animal, principalmente, destaca-se em excretas de aves, no qual permanece viável em torno de dois anos. Também são encontrados em frutas, pele de animais e seres humanos imunologicamente comprometidos (TABOADA, 2004). Juntamente com *Cryptococcus gattii* são os principais agentes etiológicos da criptococose em humanos (BERNAL-MARTINEZ et al., 2010; CLEVELAND, GELFAND E RAO, 2013).

A criptococose conhecida também como torulose, doença de Busse-Buschke e blastomicose européia é classificada como uma importante micose sistêmica e oportunista, (LACAZ et al., 2002; BOSCO et al., 2016) é considerada uma das micoses mais comuns diagnosticadas entre os pacientes infectados pelo HIV (vírus da imunodeficiência humana) (FAVALESSA et al., 2009; KWON-CHUNG et al., 2014). A infecção ocorre pela inalação de partículas infectantes ou por leveduras dissecadas presentes no meio ambiente, as quais, depois de inaladas, colonizam o tecido alveolar. No entanto, em pacientes com deficiência imunológica ocorre facilmente a difusão da mesma por via hematogênica, colonizando vários órgãos, sendo seu principal sítio de infecção, o sistema nervoso central (SNC). A presença dessa levedura no SNC é responsável por quadros de meningite, encefalite ou meningoencefalite (STIE; FOX, 2012;).

Estudos recentes mostram que cerca de um milhão de casos de criptococose são relatados anualmente, resultando em aproximadamente 625 mil mortes por ano, de casos com meningite criptocócica associado aos pacientes portadores de HIV (SANTOS et al., 2012; GULLO et al., 2013). No Brasil, a criptococose incide em todas as regiões do país, e foi verificada a propagação da infecção por *C. gattii* no norte do Brasil, mostrando que a distribuição geográfica da espécie *gattii* é muito mais ampla do que o relatado na literatura (MARTINS et al., 2011, GULLO et al., 2013, FAVALESSA et al. 2014). É visto, também, a ocorrência de criptococose em estados da região sudeste, (MATSUMOTO et al. 2007; COUTO et al. 2011; MATOS et al. 2012).

Foram verificados estudos clínicos com 12 tipos de óleo essenciais, com isso, é indubitável a averiguar a efetividade e segurança dos OE com ação sobre espécies de *C. neoformans*, como descrito abaixo.

A espécie *Ocimum gratissimum*, popularmente conhecida como alfavaca-cravo, planta aromática, Lemos et al.(2005) analisaram atividade antifúngica do OE de *O. gratissimum* frente as cepas de *C. neoformans*. O OE apresentou uma inibição de 8% dos isolados na CIM: 1β5μg/mL, para inibir 50 e 90% dos isolados foram observados uma CIM: 250μg/mL. O óleo essencial era composto por 21 fitoconstituintes, sendo os principais compostos eugenol (57,8β%), seguido de α-bisaboleno (17,19%), e timol (9,8%),.

O orégano (*Origanum vulgare*), é uma planta condimentar que além de apresentar propriedades aromáticas apresenta também propriedades antimicrobianas e antioxidantes. No estudo de Vale-Silva et al., (2012) teve como objetivo determinar a composição química e avaliar a atividade antifúngica do OE de *O. vulgares*. Foram usadas três amostras do OE das partes aéreas da planta (amostra 1 e 2 Viseu e 3 Soure), de modo que o óleo 1 e 3 apresentou CIM de 0,64 μL/mL e a amostra 2 CIM: 0,16μL/mL frente a cepa de *C. neoformans*. Os três óleos exibiram atividade fungicida, de amplo espectro, sendo o óleo 2 o mais potente apresentando Concentração Letal Mínima (MLC) entre 0,32 e 1,25 μL/mL, o menos potente foi a amostra 3 no qual MLC entre 0,32 e 20,0 μL/mL. Os principais componentes do óleo são carvacrol, α- terpinol, linalool e Û-terpinene. As diferenças quantitativas químicas foram

encontradas entre as amostras de OE, enquanto as três amostras exibiram uma potente atividade fungicida, as suas potências variam de acordo com as concentrações de substâncias presentes. A potência fungicida aumenta se a concentração de carvacrol estiver acrescida.

Nos estudos elaborados por Queiroz, (2012) o óleos essencial de *Coriandrum sativum*, conhecido por sua popularidade como condimento o coentro, e *Foeniculum vulgare* - Funcho - apresentaram CIM 64 µg/mL e 256 µg/mL, respectivamente, houve capacidade de inibir 100% do microrganismo, além disso, em concentrações menores houve inibição de uma porcentagem das leveduras. Em outro estudo elaborado por Cabral et al. (2017) com o OE de *F. vulgares*, comprova sua ação antifúngica contra as cepas de *C. neoformans*, no qual apresentou CIM variando 0,32- 0,64µL/mL, sendo determinada seu principais constituintes E-anetol, α-phellandrene, α-pineno e fenchone. Darughe; Barzegar; Sahari (2012) analisaram o OE de *C. sativum* quanto à atividade antifúngica e os principais constituintes presentes, sendo cânfora, acetato de ciclohexanol, limonene e α-penene.

*Laurus nobilis* é uma planta aromática de pequeno porte, habitualmente chamada de louro. Pinheiro, (2014) avaliou a atividade antifúngica *in vitro* do óleo essencial de *L. nobilis* que apresentou atividade contra as cepas de *C. neoformans*, exibiu inibição do crescimento fúngico sobre 70% das cepas, tendo a CIM estabelecida em 256µg/mL. O OE apresentou presença de sete fitoconstituintes majoritários responsáveis pela ação fúngica, isoeugenol, mircenol, chavicol, metileugenol, linalol, cariofileno e limoneno.

O óleo essencial de *Cymbopogon winterians* (citronela) produz um OE que contém, entre outras substâncias, citrionelol, citrionelal e geraniol. O óleo essencial de *Thymus vulgaris* (tomilho) é extraído de folhas e flores frescas, é comumente utilizado pela indústria cosmética, alimentícia e em fitoterápicos (KHAZAIE et al. 2008). Na sua composição são encontrados timol e carvacrol como componentes majoritários. Segundo os estudos realizados por Nunes (2014) as atividades de OE de *C. winterianus* e *T. vulgaris* avaliadas em isolados de *C. neoformans*, mostraram que *C. winterianus* apresentou CIM que variaram de 32 a 256µg/mL, *T. vulgaris*, de 32 a 128µg/mL. Para *C. winterianus*, a maioria dos isolados (62,5%), apresentou CIM de 128µg/mL. Para *T. vulgaris*, a CIM a qual 50% e 90% dos isolados foi de 64µg/mL e 128µg/mL, respectivamente.

Além disso, outro estudo comprova a ação do óleo essencial de *T. vulgaris*, Santos (2016) observou que para inibir 50% dos isolados era necessário CIM óleo a 0,04%, já para inibir 90% dos isolados utilizaria CIM óleo a 0,30%. Além do carvacrol e timol foram detectados outros componentes químicos são eles: linalol e p-cimeno.

Os estudos desempenhados por Teixeira (2015) e Nóbrega (2017), nos quais foram analisadas as ações antifúngicas dos fitoconstituintes timol e carvacrol, observou-se CIM variando 20µg/mL a 51µg/mL para o timol e 25µg/mL a 81µg/mL para o carvacrol, apresentaram ação antifúngica contra cepas de *C. neoformans*. Esse estudo corrobora a análise realizada por Nunes (2014) e Santos (2016) em que o timol e o carvacrol são os principais constituintes do óleo essencial de *Thymus vulgaris*, comprovando sua eficácia.

Treméa (2015) determinou a atividade antifúngica dos óleos essenciais de *Litsea cubeba* (Pimenta chinesa) e *Cymbopogon martinii* (Palmarosa), seus constituintes majoritários, citral e geraniol respectivamente. Para OE de *L. cubeba* exibiu CIM entre 16 e 512µg/mL, sendo que para CIM50 foi igual a 64 µg/mL e a CIM90 foi igual a 128 µg/mL, *C. martinii* exibiu CIMs entre 64 a 512 µg/mL, com CIM50 igual a 256 µg/mL e CIM90 igual a 512 µg/mL.

Costa et al. (2000) estudou a ação do OE de *Eugenia dysenterica* (Cagaita), este era um mistura com mais de 50 compostos, 42 foram identificados, correspondendo a 87,8% total do óleo, sendo seus principais - cariofileno, α- humuleno, limoneno, α- thujene e α- terpineol. Para determinar sua ação foram usados 35 cepas de *C. neoformans* e duas de *C. gatti*, sendo o óleo contra para *Cryptococcus*, apresentando CIM que variou entre 125 - 250µg/mL.

Em outro estudo foi analisada outra espécie do gênero *Eugenia* (*Eugenia caryophyllus*). O óleo essencial de *E. caryophyllus*, segundo Santos (2016), apresenta compostos como cariofileno, humuleno, acetato de eugenila, óxido de cariofileno, aldeídos e derivados de furfural, sendo os principais eugenol e  $\beta$ -cariofileno. Nesse estudo foi observada uma inibição contra *C. neoformans*, no qual para inibir 50% do microorganismo necessário CIM do óleo a 0,09%, para inibir 90% foram utilizados uma CIM do óleo a 0,78%.

A *Cannabis* (*Cannabis sativa*) é uma das plantas medicinais mais conhecidas. Wanas et al., (2016) em seu estudo comprovaram a atividade antifúngica deste óleo e identificaram os componentes responsáveis por essa atividade. Com isso o OE apresenta atividade antifúngica para *C. neoformans* com um valor para concentração inibitória para inibir 50% das cepas testadas (CIM 33,1 $\mu$ g/mL). Os principais componentes encontrados no OE responsável por atividade antifúngica  $\alpha$ -humuleno,  $\beta$ -cariofileno e óxido cariofileno.

### **OE VERSUS TRICHOPHYTON, MICROSPORUM E EPIDERMOPHYTON**

Os gêneros *Trichophyton*, *Microsporum* e *Epidermophyton* são fungos capazes de utilizar a queratina para sua nutrição. São os responsáveis por provocar a dermatofitose que é uma micose superficial que acomete os pêlos, unhas e pele (KUME et al., 2021).

O tratamento das dermatofitoses é realizado geralmente com medicamentos antifúngicos indicados para tratar infecções micóticas principalmente da pele, couro cabeludo, pés e unhas. Podem ocorrer casos de resistência ao medicamento recomendado por profissional habilitado para cada caso, sendo assim pode ser utilizada uma terapia tópica que leva um maior tempo de tratamento (OLIVEIRA, 2014).

Considerando o exposto e o aumento de casos de dermatofitose em todo mundo, vem sendo realizados estudos com o uso de óleos essenciais para ser uma alternativa de tratamento dessas infecções. Um exemplo é o estudo de Scherer (2017) que teve por objetivo avaliar a atividade antifúngica *in vitro* do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* frente ao *Trichophyton rubrum*, um dos principais causadores de infecções nas unhas.

O ensaio foi realizado com o fungo filamentosos *T. rubrum* isolado a partir de uma amostra clínica de onicomicose de unhas das mãos, a fim de possibilitar o conhecimento prévio do comportamento desse microrganismo frente ao óleo *Syzygium aromaticum* em diferentes concentrações (1,25; 2,5; 3,75 e 5%). E em nenhuma das concentrações apresentou qualquer tipo de crescimento visível na placa, demonstrando o potencial antifúngico do *S. aromaticum* contra *T. rubrum* (SCHERER, 2017). Segundo apresentado por Souza et al., (2010) o OE do *Origanum vulgare* apresentou uma total inibição do crescimento do *T. rubrum* na concentração de 80  $\mu$ L/mL, apresentando grande potencial antifúngico.

Em um estudo realizado por Évora (2015) que testou a eficácia antifúngica do OE do *Rosmarinus officinalis* entre os fungos dermatófitos, o *Epidermophyton floccosum* foi o que apresentou maior sensibilidade ao óleo essencial com um MIC de 0,64  $\mu$ L/mL, evidenciando a potencial aplicação tópica desse óleo nas infecções causadas por dermatófitos.

Segundo Kirchner et al., (2010) o óleo essencial *Hedyosmum brasiliense* apresenta propriedades antifúngicas contra dermatófitos fúngicos como *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton rubrum*.

Como demonstrado ao longo deste capítulo diversos OE vêm sendo utilizados e por mais que sejam obtidos a partir de plantas medicinais, podem apresentar toxicidade de acordo com a utilização, com o tempo de tratamento, com a forma de preparo, entre outros fatores. O cuidado com a utilização é imprescindível e de suma importância no controle dos possíveis efeitos adversos e colaterais que o uso crônico e/ou agudo pode acarretar no organismo. Portanto, a investigação do potencial tóxico de plantas medicinais pode elucidar importantes aspectos farmacológicos de seus princípios naturais, permitindo uma utilização segura,

respeitando seus possíveis riscos (AMARAL; SILVA, 2008). Ressalta a grande oportunidade de utilização das plantas como uma alternativa para situações em que os medicamentos alopáticos são ineficazes e de alto custo, todavia a carência de estudos de toxicidade e clínicos são fatores limitantes no desenvolvimento de novos antifúngicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho descreveu as propriedades medicinais antifúngicas *in vitro*, a partir de óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas, como por exemplo a família Lamiaceae, as quais foram predominantemente as mais citada nos estudos apresentados, seguido das famílias Myrtaceae, Poaceae, Apiaceae, Lauraceae, Lamiaceae, Chloranthaceae e Cannabaceae, evidenciando-se uma possível alternativa à resistência aos tratamentos antifúngicos convencionais.

No Brasil existem diversas plantas medicinais potencialmente importantes para síntese de novas drogas antifúngicas, entretanto ainda são escassos os estudos acerca destas espécies e de seus metabólitos secundários, tanto pela falta de padronização de metodologias, quanto pela falta de recursos financeiros. Faltam ainda estudos sobre espécies nativas brasileiras, uma vez que foram encontradas pesquisas realizadas que utilizam plantas estrangeiras, somente cultivadas no Brasil, como por exemplo os óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Lavandula dentata*, *Thymus vulgaris*, *Satureja khuzistanica Jamzad*, *Ocimum gratissimum*, *Origanum vulgare*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Laurus nobilis*, *Cymbopogon winterianus*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon martinii*, *Eugenia caryophyllus*, *Cannabis sativa*, *Syzygium aromaticum* e *Rosmarinus officinalis*. Portanto, são necessários mais estudos que avaliem os efeitos adversos e ação citotóxica dos óleos essenciais citados neste capítulo, considerando que nenhum dos estudos encontrados foram realizados *in vivo*, esta perspectiva é um passo importante para o descobrimento e isolamento de novos compostos bioativos, de origem natural, com potencial antifúngico.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; HANAZAKI, S. A.; NATALIA, N. S. Ethno Directed research in the discovery of new drugs of medical and pharmaceutical interest: flaws and perspectives. **Braz. J. Pharmacogn**, v.16, p.679-689, 2006.

AMARAL, E.A.; SILVA, R. M. G. Avaliação da Toxidade Aguda de Angico (*Anadenanthera falcata*), pau-santo (*Kilmeyera coreacea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e cipó-de-sãojoão (*Pyrostegia venusta*), por meio do bioensaio com *Artemia salina*. **Perquirere**, n. 5. 2008.

BALDWIN, P. R.; REEVES, A. Z.; POWELL, K. R.; NAPIER, R. J.; SWIMM, A. I.; SUN, A.; GIESLER, K.; BOMMARIUS, B.; SHINNICK, T. M.; SNYDER, J. P.; LIOTTA, D. C.; KALMAN, D. Monocarbonylanalogs of curcumin inhibit growth of antibiotic sensitive and resistant strains of *Candida* spp . **Eur J Med Chem**, v. 92, p. 693-699, 2015.

BENITEZ, L. Lydia; PEGGY, L. Carver. Adverse Effects Associated with Long-Term Administration of Azole Antifungal Agents. **Drugs**, vol.79,8 : 833-853., 2019. doi:10.1007/s40265-019-01127-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31093949/>. Acesso em: 30/12/2021.

BERNAL-MARTINEZ, L., GOMEZ-LOPEZ, A., CASTELLI, M. V., MESA-ARANGO, A.

BORBA, A. M.; MACEDO, M. Plantas medicinais usadas para saúde bucal pela comunidade do bairro Santa Cruz, Chapada dos Guimarães, MT. Brasil. *Acta Bot.*, São Paulo. V. 20, n. 4. p 771- 782. 2006

BERNAL-MARTINEZ, L., GOMEZ-LOPEZ, A., CASTELLI, M. V., MESA-ARANGO, A. C., ZARAGOZA, O., RODRIGUEZ-TUDELA, J. L., & CUENCA-ESTRELLA, M. Susceptibility profile of clinical isolates of non-*Cryptococcus neoformans*/non-*Cryptococcus gattii* *Cryptococcus* species and literature review. **Medical mycology**, v. 48, n.1, p. 90-96, 2010. DOI: [10.3109/13693780902756073](https://doi.org/10.3109/13693780902756073)

BOSCO, S.M.G.; LAZÉRA, M.S.; PACHECO, T.M.V.; BAGAGLI, E. Criptococose. In: MEGID, J., RIBEIRO, M.G., PAES, A.C. Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia. 1.ed. Rio de Janeiro: **Roca**, cap.82, p.878-886, 2016.

BRANDÃO, M. G. L.; COSENZA, G. P.; GRAEL, C. F. F.; NETTO JUNIOR, N. L.; MONTE-MOR, R. L. M. Usos tradicionais de espécies de plantas americanas da 1ª edição da Farmacopéia Oficial Brasileira . **Rev Bras Farmacogn**. 2009; 19: 478-487.

BROWN, G. D., DENNING, D. W., GOW, N. A., LEVITZ, S. M., NETEA, M. G., & WHITE, T. C. Hidden killers: human fungal infections. **Science translational medicine**, 4(165), 165rv13, 2012. DOI: [10.1126/scitranslmed.3004404](https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3004404)

CABRAL, C., MIRANDA, M., GONÇALVES, M. J., CAVALEIRO, C., CRUZ, M. T., SALGUEIRO, L. Assessment of safe bioactive doses of *Foeniculum vulgare* Mill. essential oil from Portugal. **Natural Product Research**, p. 1-6, 2017. DOI: [10.1080/14786419.2017.1292266](https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1292266)

CICHON, M., MURO, M. D., VICENTE, V. A., BORDIGNON, G. P. F., & QUEIROZTELLES, F. D. Isolamento de *Cryptococcus neoformans* de amostras ambientais de Curitiba e região metropolitana (Paraná, Brasil) e testes de suscetibilidade frente a drogas antifúngicas. **Revista Brasileira de Análise Clínica**, v.43, n.3, p.176-179, 2011.

CIOFFI, L. M. **Estudos sobre os riscos da utilização de plantas medicinais durante a gestação: uma breve abordagem**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes/ GO, 2014.

CLEVELAND, K. O.; GELFAND, M. S.; RAO, V. Posaconazole as successful treatment for fungemia due to *Cryptococcus albidos* in a liver transplant recipient. **An international journal of medicine**, p. hcs133, 2013.

CORDEIRO, P. A. S.; SIQUEIRA, G. K. R.; SILVA, W. M. T.; VIEIRA, P. D. S. Fungos anemófilos associados ao ambiente das enfermarias em unidade hospitalar do Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil. **Revista de Saúde e Biologia**. v.16. 2021. DOI: <https://doi.org/10.54372/sb.2021.v16.2821>.

COSTA, T. R., FERNANDES, O. F., SANTOS, S. C., OLIVEIRA, C. M., LIÃO, L. M., FERRI, P. H. & MARIA DO ROSÁRIO, R. S. Antifungal activity of volatile constituents of

Eugenia dysenterica leaf oil. **Journal of ethnopharmacology**, v. 72, n. 1, p. 111-117, 2000. DOI: [10.1016/s0378-8741\(00\)00214-2](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00214-2)

COUTO, F. M.; MACEDO, D. P.; NEVES, R. P. Fungemia in a university hospital: an epidemiological approach. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 6, p. 745-748, 2011.

DARUGHE, F.; BARZEGAR, M.; SAHARI, M. A. Antioxidant and antifungal activity of Coriander (L.) essential oil in cake. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 3, p. 1253-1260, 2012.

DE TOLEDO, Luciani Gaspar et al. Essential Oil of *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle: A Strategy to Combat Fungal Infections Caused by *Candida* Species. **Jornal internacional de ciências moleculares**, vol. 17, 8, 1252. 9 de agosto de 2016, doi: 10.3390 / ijms17081252

DUTRA, R. C.; CAMPOS, M. M.; SANTOS, A.R.; CALIXTO, J. B. Medicinal plants in Brazil: pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. **Pharmacol Res** 2016; 112: 4-29.

ÉVORA, L. N. P. Atividades biológicas e citotoxicidade do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. **Dissertação de mestrado**. Coimbra. 2015. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/30998/1/Tese%20Leisa%20Evora.pdf>.

FAVALESSA O.C., DE PAULA D.A., DUTRA V., NAKAZATO L., TADANO T., LAZERA M.D.O.S.S., WANKE B., TRILLES L., WALDEREZ SZESZS M., SILVA D. AND HAHN R. C. Molecular typing and in vitro antifungal susceptibility of *Cryptococcus spp* from patients in Midwest Brazil. **Jounal Infection Developing Countries**, v.8, n. 8, p. 1037-1043, 2014.

FAVALESSA, O. C., RIBEIRO, L. C., TADANO, T., FONTES, C. J. F., DIAS, F. B., COELHO, B. P. A., & HAHN, R. C. First description of phenotypic profile and in vitro drug susceptibility of *Cryptococcus spp* yeast isolated from HIV-positive and HIV-negative patients in State of Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 6, p. 661-5, 2009.

FAY, Vanessa da Silva; GREGIANINI, Tatiana Schäffer; DA VEIGA, Ana Beatriz Gorini; GONÇALVES, Stela Maris Bottin; RODRIGUES, Diana Mara; BONAMIGO, Renan Rangel. A 12-year study of fungal infections in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Revista Iberoamericana de Micología**, Volume 36, Issue 2, 2019, P 55-60, ISSN 1130-1406, <https://doi.org/10.1016/j.riam.2018.10.006>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130140619300130>]

FERREIRA, Gabriella Freitas; BALTAZAR, Ludmila de Matos; SANTOS, Julliana Ribeiro Alves; MONTEIRO, Andrea Souza; FRAGA, Lucia Alves de Oliveira; RESENDE-STOIANOFF, Maria Aparecida; SANTOS, Daniel Assis. The role of oxidative and nitrosative bursts caused by azoles and amphotericin B against the fungal pathogen *Cryptococcus gattii*. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 68, n. 8, p. 1801–1811, 1 ago. 2013. DOI [10.1093/jac/dkt114](https://doi.org/10.1093/jac/dkt114). Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jac/dkt114>. Acesso em: 4 jan. 2022.

FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L.G. Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais. Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Centro de Biotecnologia Vegetal. 2007, p. 1-18.

FORTUNA, J. L. **Apostila Biologia dos Fungos**. Bahia. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Fortuna-2/publication/341313687\\_APOSTILA\\_DA\\_DISCIPLINA\\_DE\\_BIOLOGIA\\_DOS\\_FUNGOS\\_-\\_UNEB\\_-\\_Campus\\_X/links/5eba7924a6fdcc1f1dd2fac6/APOSTILA-DA-DISCIPLINA-DE-BIOLOGIA-DOS-FUNGOS-UNEB-Campus-X.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Fortuna-2/publication/341313687_APOSTILA_DA_DISCIPLINA_DE_BIOLOGIA_DOS_FUNGOS_-_UNEB_-_Campus_X/links/5eba7924a6fdcc1f1dd2fac6/APOSTILA-DA-DISCIPLINA-DE-BIOLOGIA-DOS-FUNGOS-UNEB-Campus-X.pdf).

GULLO, F. P., ROSSI, S. A., DE CO SARDI, J., TEODORO, V. L. I., MENDESGIANNINI, M. J. S., & FUSCO-ALMEIDA, A. M. Cryptococcosis: epidemiology, fungal resistance, and new alternatives for treatment. **European journal of clinical microbiology & infectious diseases**, v. 32, n. 11, p. 1377-1391, 2013.

HAVLICKOVA, B., CZAİKA, V. A., & FRIEDRICH, M. Epidemiological trends in skin mycoses worldwide. **Mycoses**, 51 Suppl 4, 2–15. 2008. doi:[10.1111/j.1439-0507.2008.01606](https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2008.01606)

HIDRON, A. I.; EDWARDS, J. R.; PATEL, J.; HORAN, T. C.; SIEVERT, D. M.; POLLOCK, D. A.; FRIDKIN, S. K. NHSN: relatório anual: patógenos resistentes a antimicrobianos associados com infecções associadas aos cuidados de saúde: resumo anual dos dados relatados para a Rede Nacional de Segurança de Saúde nos Centros de Doenças Controle e Prevenção, 2006–2007. **Infect Control Hosp Epidemiol**. 2008. 29: 996–1011.

KHAN, A. et al. Induction of oxidative stress as a possible mechanism of the antifungal action of three phenylpropanoids. **FEMS Yeast Research**, v. 11, n. 1, p. 114–122, 1 fev. 2011.

KHAZAIE, H. R., NADJAFI, F., BANNAYAN, M. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). **Industrial crops and products**, v. 27, n. 3, p. 315-321, 2008. DOI:[10.1016/j.indcrop.2007.11.007](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.11.007)

KIRCHNER, K.; WISNIEWSKI, A.; CRUZ, A. B.; BIAVATTI, M. W.; NETZ, D. J. A. Chemical composition and antimicrobial activity of *Hedyosmum brasiliense* Miq., Chloranthaceae, essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000005>.

KÖHLER, Julia R et al. “The spectrum of fungi that infects humans.” **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, vol. 5,1 a019273. 3 Nov. 2014, doi:[10.1101/cshperspect.a019273](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a019273) Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4292074/>. Acessado em 30/12/21

KUME, J. E. P.; JUNIOR, R. A.; DI-TANNO, M. F. P.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Uso de óleos essenciais in natura e ozonizados no controle in vitro de Trichophyton mentagrophytes. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**. v. 10, n. 1. 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11233. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11233>.

KWON-CHUNG, K. J., FRASER, J. A., DOERING, T. L., WANG, Z. A., JANBON, G., IDNURM, A.; BAHN Y.S. *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii*, the Etiologic



Agents of Cryptococcosis. **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, v. 4, n. 7, a019460, 2014.

LACAZ, C.S., PORTO, E., MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M., MELO, N.T. Tratado de Micologia Médica. São Paulo: **Sarvier**, p. 1104, 2002.

LEMOS, J. D. A., PASSOS, X. S., FERNANDES, O. D. F. L., PAULA, J. R. D., FERRI, P. H., LEMOS, A. D. A., & SILVA, M. D. R. R. Antifungal activity from *Ocimum gratissimum* L. towards *Cryptococcus neoformans*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 1, p. 55-58, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000100011>

LIMA, F. L.C. Diversidade e Análise de Risco da Presença de Fungos Filamentosos Isolados e Identificados em Objetos de um Hospital Público Localizado no Norte do Estado do Tocantins. **Dissertação de Pós-graduação**. Tocantins. 2021. Disponível em: <http://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/3433/1/Francisco%20Leonardo%20da%20Costa%20Lima%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>.

MAHBOUBI, Mohaddese; ATTARAN, Bahareh. Satureja khuzistanica Jamzad essential oil and its anti-candidal activities against clinical isolates of *Candida albicans* isolated from women with candidiasis. **Infect.**, Bogotá, v. 23, n. 1, p. 16-21, Jan. 2019. Available from <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-93922019000100016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-93922019000100016&lng=en&nrm=iso)>. access on 29 Dec. 2021. <https://doi.org/10.22354/in.v23i1.750>.

MAMBRI, A. P. DE S. *Lavandula dentata* L. Sob efeito da radiação solar e de diferentes épocas de colheita. Santa Maria, **Dissertação** (Mestrado – Agrobiologia) Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

MARQUES, L. C.; PETROVICK, P. R. Normatização da Produção e comercialização de fitoterápicos no Brasil. In: Simões, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFRGS/UFSC, 2004. p.327-370.

MARTINS, L. M. S., WANKE, B., LAZÉRA, M. D. S., TRILLES, L., BARBOSA, G. G., MACEDO, R. C. L. D., NASCIMENTO, F. F. D. Genotypes of *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii* as agents of endemic cryptococcosis in Teresina, Piauí (northeastern Brazil). **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 106, n. 6, p. 725-730, 2011.

MATOS, C. S., DE SOUZA ANDRADE, A., OLIVEIRA, N. S., & BARROS, T. F. Microbiological characteristics of clinical isolates of *Cryptococcus spp.* in Bahia, Brazil: molecular types and antifungal susceptibilities. **European journal of clinical microbiology & infectious diseases**, v. 31, n. 7, p. 1647-1652, 2012. DOI: [10.1007/s10096-011-1488-3](https://doi.org/10.1007/s10096-011-1488-3)

MATSUMOTO, M. T., FUSCO-ALMEIDA, A. M., BAEZA, L. C., MELHEM, M. D. S. C., MEDES-GIANNINI, M. J. S. Genotyping, serotyping and determination of mating-type of *Cryptococcus neoformans* clinical isolates from São Paulo State, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 49, n. 1, p. 41-47, 2007.

MENEZES, C. P.; PÉREZ, A. L. A. L.; LIMA, E. O. Cladosporium spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. **Acta Braziliensis**. v.1, n.1, p.23-27. 2017. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/6/3>.

MONTEIRO, S.; BRANDELLI, C. L. C. **Farmacobotânica: Aspectos Teóricos e Aplicação**. Editora Artmed, 2017. ISBN 9788582714416.

MORAIS-BRAGA, M. F. B.; SOUZA, T. M.; SANTOS, K. K. A.; GUEDES, G. M. M.; ANDRADE, J. C.; TINTINO, S. R.; COSTA, J. G. M.; MENEZES, I. R. A.; SARAIVA, A. Á. F.; COUTINHO, H. D. M. Atividade antibacteriana, antifúngica e moduladora da atividade 70 antimicrobiana de frações obtidas de *Lygodium venustum* SW. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 12, n. 1, p. 157-162, 2013.

MÜLLER-SEPÚLVEDA, Andrea et al. Chemical Characterization of *Lavandula dentata* Essential Oil Cultivated in Chile and Its Antibiofilm Effect against *Candida albicans*. **Planta Med**. v. 86, n. 16, p. 1225-1234, 2020. DOI: 10.1055/a-1201-3375.

NÓBREGA, R. D. O., TEIXEIRA, A. P. D. C., OLIVEIRA, W. A. D., LIMA, E. D. O., & LIMA, I. O. Investigation of the antifungal activity of carvacrol against strains of *Cryptococcus neoformans*. **Pharmaceutical biology**, v. 54, n. 11, p. 2591-2596, 2016. DOI: [10.3109/13880209.2016.1172319](https://doi.org/10.3109/13880209.2016.1172319)

NUNES, R. T. Atividade biológica de óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* e *Thymus vulgaris* em isolados clínicos de *Cryptococcus neoformans*. 2014. 78 f. **Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical e Saúde Pública)** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

OLIVEIRA, J. C. Micoses Superficiais. **Tópicos em Micologia Médica**. v.4, p. 36-76. 2014. Disponível em: [https://so.controllab.com/pdf/topicos\\_micologia\\_4ed.pdf](https://so.controllab.com/pdf/topicos_micologia_4ed.pdf).

PINHEIRO, Lilian Sousa. **Antifungal activity in vitro of essential oil *Laurus Nobilis* L. (laurel) on strains *Cryptococcus neoformans***. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014

PRASAD, R.; RAWAL, M. K. Efflux pump proteins in antifungal resistance. **Front Pharmacol**, v. 5, p. 202, 2014.

QUEIROZ, Everton Oliveira de. **In vitro antifungal activity of essential oils of *Coriandrum sativum* L. (coriander) and *Foeniculum vulgare* Mill. (fennel) against strains of *Cryptococcus neoformans***. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

RAMAGE, G.; BACHMANN, S.; PATTERSON, T. F.; WICKES, B. L.; LÓPEZ-RIBOT, J. L. Investigação de bombas de efluxo multifármaco em relação à resistência ao fluconazol em biofilmes de *Candida albicans*. **J Antimicrob Chemother** 2002; 49: 973-980.

SANTAMARÍA, Rodrigo; RIZZETTO, Lisa; BROMLEY, Michael; ZELANTE, Teresa; LEE, Wanseon; CAVALIERI, Duccio; ROMANI, Luigina; MILLER, Brian; GUT, Ivo; SANTOS, Manuel; PIERRE, Philippe; BOWYER, Paul; KAPUSHESKY, Misha. Systems biology of infectious diseases: a focus on fungal infections. **Immunobiology**, EMDS Special Issue: Systems Biology of Macrophages and Dendritic Cells in Health and Disease. v. 216, n. 11, p. 1212–1227, 1 nov. 2011. DOI [10.1016/j.imbio.2011.08.004](https://doi.org/10.1016/j.imbio.2011.08.004).

SANTOS, J. R. A., GOUVEIA, L. F., TAYLOR, E. L. S., RESENDE-STOIANOFF, M. A., PIANETTI, G. A., CÉSAR, I. C., & SANTOS, D. A. Dynamic interaction between fluconazole and amphotericin B against *Cryptococcus gattii*. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 56, n. 5, p. 2553-2558, 2012.

SANTOS, P. M. L.; JAPP, A. S.; LIMA, L. G.; SCHRIPEMA, J.; MENEZES, F. S.; KUSTER, R, M. A atividade antioxidante dos extratos de folhas de Jacarandá puberula Cham, Bignoniaceae, uma planta medicinal brasileira usada para depuração do sangue. **Rev Bras de Farmacogn.**, v. 20, n. 2, p. 147-53, 2010.

SANTOS, P. S. Avaliação in vitro da atividade antifúngica dos óleos essenciais de *Eugenia caryophyllus*, *Thymus vulgaris* e seus compostos químicos majoritários sobre *Cryptococcus neoformans*. 2016. **Dissertação (Dotourado)** . Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 2016.

SCHERER, K. D. G. ATIVIDADE ANTIFUNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL *Syzygium aromaticum* (CRAVO-DA-ÍNDIA) EM AGENTES CAUSADORES DE ONICOMICOSSES. **Trabalho de conclusão do curso de farmácia**. Santa Cruz do Sul. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1640/1/K%c3%a1tia%20Daniele%20Gomes%20Scherer.pdf>.

SILVA, M. W. B. **O uso de produtos de origem vegetal por mulheres em período de gestação em uma maternidade pública do Maranhão**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Farmacêutica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Universidade Estadual de Goiás, Centro Universitário de Anápolis, Goiânia/GO, 2010.

SOUZA, N. A. B. et al. Efficacy of Origanum essential oils for inhibition of potentially pathogenic fungi. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502010000300013>.

STIE, J.; FOX, D. Blood-brain barrier invasion by *Cryptococcus neoformans* is enhanced by functional interactions with plasmin. **Microbiology**, v. 158, n. 1, p. 240-258, 2012

TABOADA, J. Systemic Mycoses. **Revista de Medicina Tropical**, v. 47, p. 31-36, 2004.  
TAKAHASHI, J. A. et al. Fungos Filamentosos e Química: Velhos Conhecidos, Novos Aliados. **Revista virtual de química**. v.9, n.6, p. 2351-2382. 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170141.

TEIXEIRA, A. P. C.; NOBREGA, R. O.; LIMA, E. O.; LIMA, I. O.; OLIVEIRA, W. A. Atividade antifúngica do fitoconstituente timol frente às cepas de *Cryptococcus neoformans*.

In: Anais do Simpósio Brasileiro de Farmacognosia, 10, 2015, Petrolina. *Resumo*. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2015. p.31.

TREMÉA, C. M. Atividade dos óleos essenciais de *Litsea cubeba* e *Cymbopogon martini* sobre isolados do complexo *Cryptococcus neoformans*. 2015. 97 f. **Dissertação (Mestrado em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro)** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

VALE-SILVA, L.; SILVA, M. J.; OLIVEIRA, D.; GONÇALVES, M. J.; CAVALEIRO, C.; SALGUEIRO, L. & PINTO, E. Correlation of the chemical composition of essential oils from *Origanum vulgare* subsp. *virens* with their in vitro activity against pathogenic yeasts and filamentous fungi. **Journal of medical microbiology**, v. 61, n. 2, p. 252-260, 2012. DOI: [10.1099/jmm.0.036988-0](https://doi.org/10.1099/jmm.0.036988-0)

VANDEPUTTE, P., FERRARI, S., COSTE, A.T. "Antifungal Resistance and New Strategies to Control Fungal Infections", **International Journal of Microbiology**, vol. 2012, Artigo ID 713687, 26 páginas, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/713687>


WANAS, A. S., RADWAN, M. M., MEHMEDIC, Z., JACOB, M., KHAN, I. A., & ELSOHLY, M. A. Antifungal activity of the volatiles of high potency *Cannabis sativa* L. against *Cryptococcus neoformans*. **Records of Natural Products**, v. 10, n. 2, p. 214, 2016.

## **SISTEMA RADICULAR DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

**Ravi Emanuel de Melo, Eline Dias Barbosa**

**Resumo:** A destinação de resíduos orgânicos para o processo de compostagem pode ser uma alternativa economicamente sustentável. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de ácidos orgânicos no sistema radicular de mudas de tomateiro. O estudo foi desenvolvido na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, utilizando uma cultivar comercial. Foi avaliado o sistema radicular de tomateiro em delineamento inteiramente casualizado com 3 compostos e 5 doses, totalizando 15 tratamentos e 5 repetições para cada dose do composto, com esquema fatorial 3x5. As doses utilizadas foram 0,0 mL/planta, 0,5 mL/planta, 1,0 mL/planta, 2,0 mL/planta e 4,0 mL/planta. Com base nos principais resultados foi possível concluir que a dose de 0,5 mL/planta possibilitou maior volume de raiz (0,70 cm<sup>3</sup>), massa fresca de raiz (0,46 g), massa seca de raiz (0,27 g) em relação as demais doses, sendo, portanto, recomendada para crescimento radicular de mudas de tomateiro em condições de semiárido.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum* L. Sustentabilidade. Ácidos orgânicos. Economia. Raíz.

R. E. de Melo (  ). Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE. Garanhuns, PE, Brasil.  
e-mail: raviengagronomo@gmail.com.

E. D. Barbosa (  ). Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE. Garanhuns, PE, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é pertencente à família Solanaceae Juss., se constituindo como uma olerícola com elevado valor comercial e nutricional (BRITO JUNIOR, 2012). O seu fruto possui aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais, açúcares e fibras dietéticas, além de licopeno que tem uma ação antioxidante no organismo humano (PINHEIRO *et al.*, 2017).

A cultura do tomate tem ampla importância econômica para o mundo e para o Brasil, sendo a segunda olerícola mais cultivada, perdendo apenas para a batata inglesa (FERREIRA, 2020). A produção mundial de tomate em 2017 foi de 130 milhões de toneladas, sendo 88,0 milhões de toneladas destinadas ao consumo *in natura* e o restante, ou seja, 42,0 milhões de toneladas com destinação para a indústria. A China lidera a produção mundial com 52,5 milhões de toneladas (FAO, 2019).

O Brasil se situa na nona posição, detendo 2,5% da produção a nível de mundo, com uma área plantada de 64,4 mil hectares (IBGE, 2019), sendo a maior parte da produção com destinação ao consumo *in natura* (BECKER, 2016). Goiás, São Paulo e Minas Gerais se constituem como os maiores produtores brasileiros, possuindo 65,1% de toda produção nacional e 54% de toda área plantada no ano de 2017. No Nordeste, a Bahia obteve 6,3% da área plantada no Brasil (IBGE, 2017).

Para se produzir, é de fundamental importância a formação de mudas com qualidade agrônômica e sistema radicular adequado, o que será decisivo no bom andamento do processo produtivo, pois dificuldades nesta fase inicial serão determinantes para uma baixa produção (INCAPER, 2010; FERREIRA, 2020). Neste contexto produtivo, vários resíduos orgânicos são gerados, o que a depender do manejo realizado, podem degradar o meio ambiente. A partir disso, sua reutilização na agricultura pode ser considerada uma alternativa viável e sustentável (SANTOS *et al.*, 2012).

A utilização de matéria orgânica apresenta efeitos benéficos como a liberação gradual de nutrientes, estruturação do solo, além do favorecimento da raiz do tomateiro (INCAPER, 2010). As substâncias húmicas são derivadas da matéria orgânica, sendo constituída por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Esses ácidos incitam a produção de auxinas, giberelinas e citocininas que tem papel estimulante no desenvolvimento vegetativo (SILVA *et al.*, 2011).

Os ácidos húmicos presentes nas substâncias húmicas têm papel importante no aumento do sistema radicular (NARDI *et al.*, 2009), por meio da elevação da síntese H<sup>+</sup>-ATPase, o que ativará as bombas de H<sup>+</sup>, consequentemente otimizando o aparecimento de raízes laterais (FAÇANHA *et al.*, 2002). A aplicabilidade de produtos que tem como base ácidos orgânicos vêm crescendo em decorrência dos efeitos benéficos na produção vegetal, principalmente com relação as raízes (BALDOTTO *et al.*, 2009). Entretanto, apesar da sua utilização em diversas culturas olerícolas, é importante verificar de forma experimental a melhor dose de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos aplicando na melhoria das características agrônômicas destas culturas.

Diante do exposto, e considerando os resultados promissores da aplicação de substâncias húmicas nas culturas agrícolas, alguns trabalhos foram realizados com ácidos orgânicos na raiz de tomateiro. Silva *et al.* (2011), trabalhando com o efeito de substâncias húmicas na promoção de crescimento radicular de tomateiro descobriram que tanto as substâncias húmicas quanto os ácidos húmicos estimularam o aparecimento de pelos radiculares e proporcionaram maior capacidade de indução de raízes laterais no

desenvolvimento inicial do tomateiro com a menor concentração destas substâncias. Já para Moschini *et al.* (2018), ao trabalharem com o efeito de carbono-ácido-húmico e sua interação com boro no crescimento de tomateiro, descobriram que quando aplicado em conjunto com o boro se obtém acréscimos na massa seca, principalmente de raízes com a elevação da concentração de carbono-ácido-húmico.

No Brasil, há escassez de trabalhos que investiguem a relação existente entre o sistema radicular de tomateiro e as substâncias húmicas em características agrônômicas. A partir disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de substâncias húmicas extraídas de compostagem de resíduos orgânicos no Semiárido Baiano sobre o sistema radicular de mudas de tomateiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro de mudas situado na Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Ciências Humanas e Tecnologias – DCHT, no período de 10 de novembro a 11 de dezembro de 2019, em Euclides da Cunha no Estado da Bahia, à latitude 10° 32' 17.7" S, longitude 38° 59' 52.8" W. O município tem altitude média de 472 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (KÖPPEN, 1948). As descrições referentes as características da cultivar foram obtidas no catálogo da empresa de semente.

Na seleção dos materiais com destinação ao processo de compostagem foram levados em consideração os teores de nitrogênio, sendo resíduos ricos em nitrogênio e pobres em nitrogênio. As proporções do composto foram determinadas com base em literatura, onde considerou-se uma relação C/N ideal de 30/1, sendo 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio adicionada. Os materiais escolhidos de acordo com a disponibilidade regional foram fibra de coco, terra de quixabeira, esterco bovino e húmus. Os três compostos foram implantados no mês de abril de 2019 no Pavilhão Bernadino Menezes, na Universidade do Estado da Bahia – UNEB, por meio da seleção de três baias uniformes para utilização.

Nas baias foram formadas pilhas dos compostos e realizada as respectivas identificações. Os compostos foram regados diariamente na fase inicial da compostagem, posteriormente, as regas foram espaçadas em três vezes por semana. Foi realizada a aferição da temperatura utilizando termômetro digital tipo espeto, procedendo com a introdução do sensor nos compostos e registro dos resultados em tabela. Com o intuito de aceleração do processo de compostagem 250 mL de açúcar demerara diluído foram adicionados nos três compostos. O ponto ótimo de degradação dos compostos ocorreu no mês de outubro de 2019, sendo a extração das substâncias húmicas realizada em novembro de 2019.

O solo para produção das mudas de tomateiro foi coletado, destorroado, peneirado em uma malha fina de 2,0 mm de abertura e acondicionado em sacos de muda de polietileno. Foi realizada a análise química do solo (TABELA 1). Após cálculos, tendo como base o manual de adubação do Estado da Bahia (CEFS, 1989), foram adicionados aos sacos de muda 8 g de fosfato monoamônico (MAP).

Tabela 1 – Caracterização química do solo na área experimental da Universidade do Estado da Bahia - UNEB. Euclides da Cunha, 2018.

pH	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	Na	CTC(T)	V	MO
H <sub>2</sub> O	--mg	dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub>				dm <sup>-3</sup>	-----		(%)	g/Kg
6,64	14	56	0,040	4,2	2,2	1,36	6,66	0,12	8,02	83,04	11,6

Fonte: Laboratório de Análise de Fertilizantes Solos e Monitoramento LTDA.

A semeadura ocorreu por meio da introdução de três sementes por saco de muda no mês de novembro de 2019. Posterior 8 dias após a semeadura foi constatada a emergência das plântulas. O desbaste ocorreu doze dias após a semeadura, deixando uma planta por saco de muda. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial com três compostos e cinco doses (3x5), totalizando quinze tratamentos com cinco repetições para cada dose do composto. Os tratamentos foram: Tratamento 1 (testemunha absoluta), Tratamento 2 (0,5 mL planta), Tratamento 3 (1,0 mL por planta), Tratamento 4 (2,0 mL planta), Tratamento 5 (4,0 mL planta).

Na realização da extração das substâncias húmicas adaptou-se uma metodologia de extração de Souza *et al.* (2014), com intuito de adaptar o protocolo a realidade do campo e do produtor rural, para isso utilizou-se a soda cáustica (NaOH). 20 g de soda cáustica foram pesados em balança analítica de precisão, e adicionados em três béquers de 1000 mL, totalizando 60 g. A água mineral foi adicionada na proporção de 1000 mL para cada béquer e as soluções homogêneas com auxílio de um bastão de vidro até a dissolução do conteúdo. Posteriormente, foram adicionados nas soluções 100 g dos respectivos compostos provenientes das três compostagens realizadas. Com auxílio de um funil de vidro as soluções foram colocadas em três garrafas pets de 2000 mL cada previamente desinfestadas com hipoclorito a 2%. Agitou-se por um período de 180 minutos, deixando-as em repouso por 24 horas. As soluções foram peneiradas, coadas e acondicionadas em béquers de 1000 mL. Com auxílio de um pHmetro de bancada, foram medidos o pH das amostras, que em média estava em torno de 13,0. Com adição de ácido muriático (HCl), reduziu-se o pH das três amostras para próximo de 4,0. Por fim, as soluções foram colocadas em balão volumétrico de fundo chato, vedadas e identificadas (FIGURA 1).

Figura 1 – Amostras com substâncias húmicas.



Fonte: Melo et al. (2019).



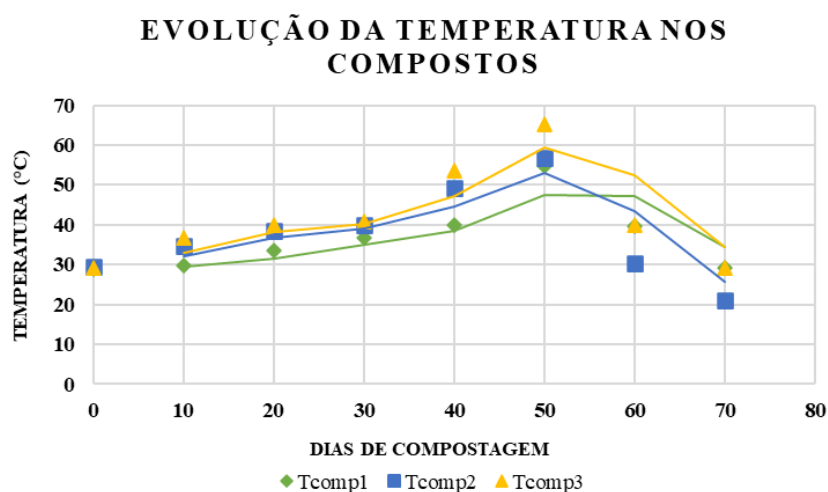
As soluções foram pipetadas com auxílio de um pipetador eletrônico, diluídas em água de irrigação e aplicada nos respectivos tratamentos. Foram realizadas duas aplicações de substâncias húmicas nas mudas de tomateiro no intervalo de sete dias. Após trinta e um dias posteriores a semeadura foram mensuradas as seguintes características: massa fresca das raízes, massa seca das raízes e volume das raízes. Para obtenção da massa seca das raízes, todo o material foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65°C, até massa constante e os resultados expressos em gramas. Enquanto que a determinação do volume médio da raiz foi realizada pelo método de deslocamento de água. Desta forma, as raízes foram colocadas em proveta graduada, contendo um volume conhecido de água. Pela diferença foi obtida a resposta direta do volume de raízes em cm<sup>3</sup>, segundo metodologia descrita (BASSO, 1999).

Com auxílio do software de análise estatística SISVAR® foi feita a análise de variância (FERREIRA, 2011). As interações, quando significativas, foram desdobradas e estudadas por meio do teste de médias e regressão ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) segundo metodologia recomendada (BANZATTO & KRONKA, 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do composto 1 foi, inicialmente, de 29°C e, com o passar dos dias a temperatura obteve evolução chegando até o valor de 54,8°C, atingindo assim, a fase termófila, sendo que alguns dias depois, a temperatura caiu atingindo a fase de resfriamento. Após 210 dias a temperatura declinou atingindo a temperatura ambiente que se encontrava em 28,3°C, o que descreve o processo de humificação. O composto 2 obteve o mesmo comportamento do anterior, sendo que inicialmente, a temperatura de implantação do composto estava de 29,6°C, evoluindo até uma temperatura de 56,7°C, e na fase de resfriamento declinou até 21,1°C. O composto 3 se comportou de forma semelhante aos demais, sendo que a temperatura inicial foi de 29,3°C, atingindo a temperatura de 65,2°C que declina até a temperatura de 29,1°C.

Figura 2 – Evolução da temperatura nos três compostos. Euclides da Cunha, 2019.



Fonte: Melo et al. (2019).

Com base nos resultados encontrados na análise de variância, verificou-se efeito significativo para as doses aplicadas sobre as médias de volume de raiz, massa fresca das raízes e massa seca das raízes, isso demonstra que as doses de substâncias húmicas

afetaram de forma significativa o sistema radicular do tomateiro. Em relação a variável volume de raiz foi observada diferença estatística apenas para a fonte de variação dose no nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). Em relação a variável massa fresca das raízes foi observada diferença estatística significativa em relação as doses utilizadas no experimento, bem como a interação entre composto e dose aos trinta e um dias após a semeadura. Em relação a variável massa seca das raízes foi constatada diferença estatística significativa em todas as fontes de variação utilizadas no experimento (TABELA 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para volume de raiz (VR –  $\text{cm}^3$ ), massa fresca das raízes (MFR - g), massa seca das raízes (MSR - g) de tomateiro em função de doses de substâncias húmicas, Euclides da Cunha, 2019.

FV	GL	Valores de quadrado médio		
		Volume de raiz ( $\text{cm}^3$ )	Massa fresca das raízes (g)	Massa seca das raízes (g)
<b>Composto</b>	2	0,030533 <sup>ns</sup>	0,002164 <sup>ns</sup>	0,007765*
<b>Dose</b>	4	2,826800**	0,614090**	0,186905**
<b>Comp*Dos</b>	8	0,017700 <sup>ns</sup>	0,016714*	0,005609*
<b>Resíduo</b>	60	60	60	60
<b>CV (%)</b>	*	14,36	22,41	31,87

Fonte: Elaborada pelos autores.

\*Significativo a 5% ( $p < 0,05$ ). \*\*Significativo a 1% ( $p < 0,01$ ).

Foi realizado o teste de médias para verificar qual dose obteve resultado estatisticamente superior as demais doses utilizadas no experimento, e em seguida foi rodada a regressão para explicar a relação entre as duas variáveis, dependente e independente. A partir disso, na variável volume da raiz, a dose de 0,5 mL/planta apresentou os maiores valores, diferindo significativamente das demais doses, com médias de 0,70  $\text{cm}^3$ . Quanto a variável massa fresca das raízes das mudas de tomateiro os maiores valores observados foram na dose de 0,5 mL/planta diferindo das demais doses, com média de 0,46 g. Mesmo comportamento foi observado na massa seca das raízes das plantas onde o maior valor foi na dose de 0,5 mL/planta, diferindo dos demais tratamentos, com médias de 0,27 g (TABELA 3).

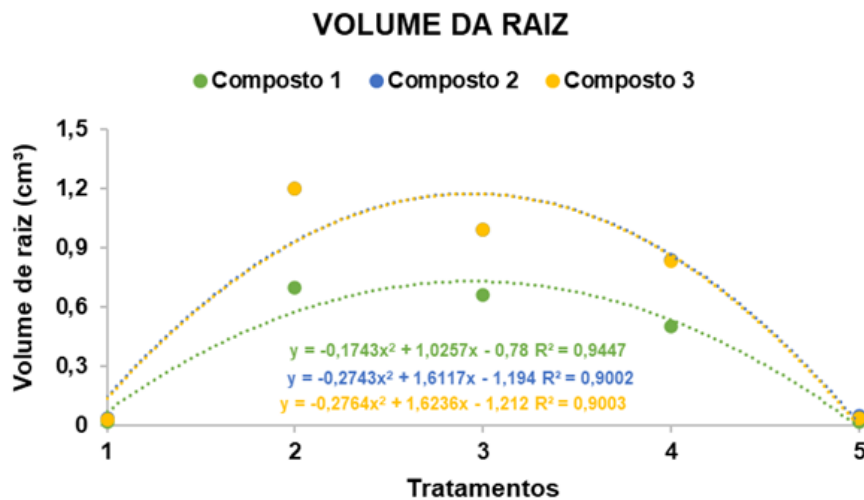
Tabela 3 - Médias de volume da raiz, massa fresca das raízes e massa seca das raízes de mudas de tomateiro. Euclides da Cunha, 2019.

Doses	Volume da raiz ( $\text{cm}^3$ )	Massa fresca das raízes (g)	Massa seca das raízes (g)
<b>0,0 mL/planta</b>	0,02 Da	0,07 Da	0,03 Ca
<b>0,5 mL/planta</b>	0,70 Aa	0,46 Aa	0,27 Ab
<b>1,0 mL/planta</b>	0,66 Ca	0,44 Ba	0,21 Bb
<b>2,0 mL/planta</b>	0,50 Ba	0,30 Ca	0,14 Bb
<b>4,0 mL/planta</b>	0,02 Da	0,09 Ca	0,04 Bb

Fonte: Elaborada pelos autores. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente entre si, teste Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Raízes são de extrema importância para a fixação da planta no solo, melhor absorção de água e nutrientes, bem como na síntese hormonal. Se faz necessário cada vez mais a aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos, onde a sua principal ação ocorre nas raízes, promovendo assim efeitos positivos no crescimento, aumentando as ramificações laterais e incrementando a biomassa radicular (CARON *et al.*, 2019). Estes efeitos estão diretamente relacionados aos mesmos efeitos da auxina. Isso ocorre, pois a presença de ácidos orgânicos estimula a síntese de auxinas ou age de forma semelhante a ela, promovendo crescimento de raízes (CANELLAS *et al.*, 2015). O que justifica a dose de 0,5 mL/planta aumentar consideravelmente o volume da raiz. Os resultados encontrados nesta variável são semelhantes aos encontrados por Lazzarini (2014), que ao trabalhar com substâncias húmicas extraídas de turfa constatou que até certa dose ocorreu promoção de volume radicular e a partir de determinada dose ocorreu um decréscimo da variável, reduzindo o volume da raiz (FIGURA 3).

Figura 3 – Gráfico representando a relação entre doses e compostos no volume da raiz de mudas de tomateiro aos 31 dias após a semeadura. Euclides da Cunha, 2019.

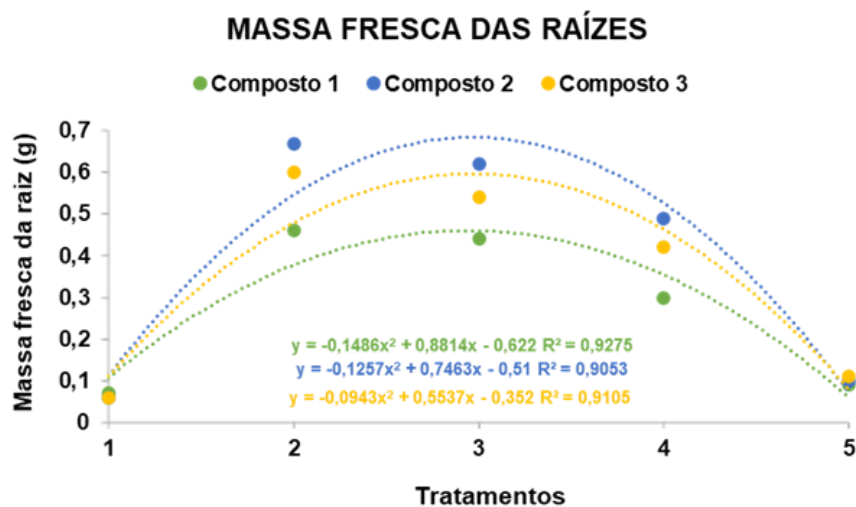


Fonte: Melo et al. (2019).

Compostos de natureza auxínica presentes nas substâncias húmicas e auxina sintetizada pela planta sinalizam na raiz para que as células do periciclo entrem novamente em divisão celular, originando raízes laterais. A atividade de H<sup>+</sup>ATPases é ativada, aumentando a extrusão de prótons e a atividade de enzimas sobre a parede celular, favorecendo a divisão e a expansão da célula via rearranjos de parede celular. O óxido nítrico induz a síntese de auxina e o desenvolvimento de raízes laterais. Raízes laterais aumentam o volume do sistema radicular, a superfície de contato e a massa seca do órgão, melhorando a capacidade de absorção, importante para a produtividade (ZANPONADI *et al.*, 2010), corroborando com os resultados encontrados para massa seca e fresca das raízes.

Estudos se dedicam em estudar o efeito de substâncias húmicas na massa fresca das raízes (FIGURA 4), pois as mesmas ofertam a planta a capacidade de exploração de um volume maior de solo, representando um processo importante na adaptação de plantas a ambientes com baixo nível de nutrientes e água, pois os efeitos dos ácidos orgânicos em vegetais se relacionam com a elevação da absorção de nutrientes, devido à influência que estas substâncias possuem na permeabilidade da membrana celular das raízes (KERBAUY, 2004).

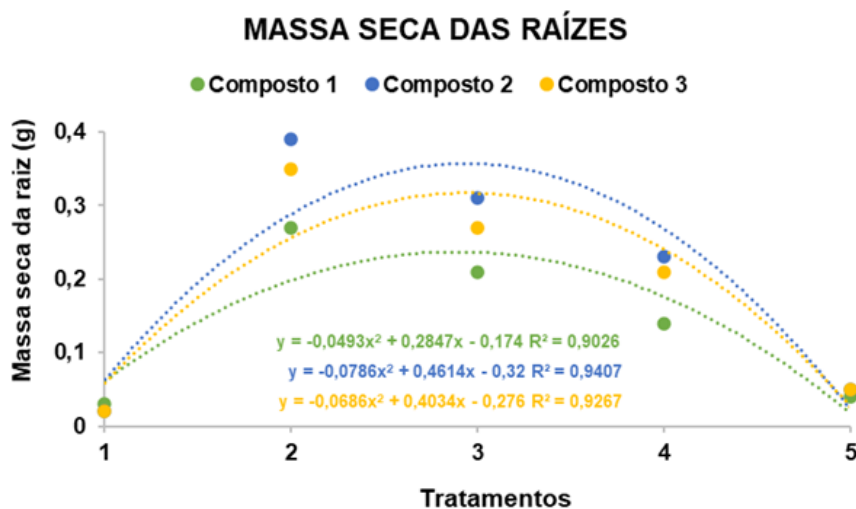
Figura 4 – Gráfico representando a relação entre doses e compostos na massa fresca das raízes de mudas de tomateiro aos 31 dias após a semeadura. Euclides da Cunha, 2019.



Fonte: Melo et al. (2019).

Desta forma, a utilização de ácidos húmicos e fúlvicos permite uma maior resistência em mudas de plantas, o que resulta em incremento na massa fresca e seca das raízes (FIGURA 5), bem como um maior comprimento da mesma (GULSER & SONMEZ, 2010).

Figura 5 – Gráfico representando a relação entre doses e compostos na massa seca das raízes de mudas de tomateiro aos 31 dias após a semeadura. Euclides da Cunha, 2019.



Fonte: Melo et al. (2019).

## CONCLUSÕES

A dose de 0,5 mL/planta possibilitou maior volume de raiz (0,70 cm<sup>3</sup>), massa fresca das raízes (0,46 g) e massa seca das raízes (0,27 g), em relação as demais doses;

A dose de 0,5 mL/planta de substâncias húmicas melhora o sistema radicular do tomateiro sendo, portanto, recomendada ao produtor rural para maior crescimento radicular na produção de mudas de tomateiro em condições de Semiárido Baiano;

É de fundamental importância que mais estudos sejam realizados com o intuito de disponibilizar maiores informações ao produtor rural sob a gestão e reutilização de resíduos da propriedade aplicando na produção agrícola, bem como a importância da matéria orgânica na disponibilização de substâncias húmicas que servirão como promotores de crescimento vegetativo. Além disso, trabalhar no meio rural o conceito de sustentabilidade, incorporando nos agroecossistemas tecnologias alternativas que visem a redução de impactos ambientais por meio de uma melhor destinação do material residual. Para isso, trabalhos científicos futuros devem buscar a aplicabilidade de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos em todo o ciclo da cultura, verificando experimentalmente e de acordo com a realidade local as doses adequadas e formas de utilização destas substâncias, sempre aproximando o laboratório do produtor rural por meio de protocolos de campo simplificados. Isso se torna ainda mais relevante na região Semiárida, na qual a geração e utilização de resíduos precisa ser amplamente discutida com a comunidade local, para que ocorra cada vez mais a manutenção da viabilidade dos sistemas de produção agrícola.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade do Estado da Bahia - UNEB, faculdade da nossa formação, pela infraestrutura cedida para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro ‘Vitória’ em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 979-990, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/wpBBC74YxNvRvv6pr7MrdsW/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed, Jaboticabal: FUNEP, 1995.
- BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC e Lotus L.** 1999. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BECKER, W. F. et al. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. *E-book*.
- BRITO JUNIOR, F. P. de B. **Produção de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-AM.** 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, n. 2, p. 15-27, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815301771>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CARON, M.; ONGE, G.; MONTERO, J. C. Holocene chronostratigraphy of northeastern Baffin Bay based on radiocarbon and paleomagnetic data. **Boreas**, v. 48, n. 1, p. 147-165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/bor.12346>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bor.12346>. Acesso em: 10 dez. 2021.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO - CEFS. **Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia**. 2. ed, Salvador: CEPLAC/EMATERBA, EMBRAPA, EPABA/NITROFETIL, 1989.

FAÇANHA, A. R. et al. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000900014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/K6w98r8RqdHCb57CvS3vbQm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 dez. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 08 dez. 2021.

FERREIRA, T. A. **Hospedabilidade de cultivares de tomate ao nematoide das lesões radiculares**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2020.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. **Statistical Yearbook**. New York: FAO, 2019. *Ebook*.

GULSER, F.; SONMEZ, F.; BOYSAN, S. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. **Journal of Environmental Biology**, Índia, v. 31, n. 2, p. 873-876, 2010. Disponível em: <http://www.jeb.co.in/>. Acesso em: 11 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística da produção pecuária**. Brasília: IBGE, 2019. *Ebook*.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. 1. ed, Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal - PAM - 2017**. Brasília: IBGE, 2019. *Ebook*.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER. **Tomate**. 1. ed, Vitória: Incaper, 2010.

KERBAUY, G. B. Cultura de raízes e regeneração de plantas. 1. ed, Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPB, 1999.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. 1. ed, México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

LAZZARINI, P. R. C. **Substâncias húmicas extraídas de turfa associadas com N-ureia: influência no crescimento da cana-de-açúcar e nas transformações do N no solo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MOSCHINI, B. P.; SILVA, C. A. Nutrição e crescimento do tomateiro em função da interação ácido húmico-boro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 663-673, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA18084>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16723/13621>. Acesso em: 08 dez. 2021.

NARDI, S.; CARLETTI, P.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A. Biological activities of humic substances. *In*: SENESI, N.; XING, B.; HUANG, P.M. (ed). **Biophysico-chemical process involving natural nonliving organic matter in environmental systems**. New Jersey: Wiley, 2009. p.305- 339.

PINHEIRO, D. T.; COSTA, L. C.; GAMA, G. F. V.; TEIXEIRA, M. F. F.; BARROS, T. T. V. Aspectos tecnológicos e qualitativos da produção de sementes de tomate. **Revista Espacios**, Venezuela, v. 38, n. 44, p. 10, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n44/a17v38n44p10.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

SANTOS, J. O. et al. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/1864/1370>. Acesso em: 11 dez. 2021.

SILVA, A. C. et al. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1609-1617, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/8LFk3VTZLFcnbcSF73CrCYC/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 09 dez. 2021.

SOUZA, F de. et al (2014). Extração e caracterização de ácidos húmicos de três carvões do sul do Brasil. *In*: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. Santa Catarina: XX COBEQ, 2015. p. 01-08.

ZAMPONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; DOBBSS, L. B.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P.; BINZEL, M. L.; FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Nitric oxide mediates humic acids induced root development and plasma membrane H<sup>+</sup>ATPase activation. **Planta**, v. 231, n. 5, p. 1025-1036, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-010-1106-0>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20145950/>. Acesso em: 11 de dez. 2021.

## **O USO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA PARA PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO**

**Josie Sepe**

**Resumo:** As atividades de mineração produzem diversos impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico. O uso da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) como metodologia de planejamento para o desenvolvimento de Políticas, Planos e Programas (PPPs) no setor mineral pode representar uma ferramenta importante para o planejamento ambiental e de empreendimentos, para a proteção do meio ambiente e para a participação pública na tomada de decisões. O objetivo deste trabalho é apresentar experiências de AAE para o setor mineral, a partir de um estudo de caso do Vale do Ribeira-SP, com vistas ao desenvolvimento da mineração segundo princípios de sustentabilidade. A pesquisa foi desenvolvida por levantamentos bibliográfico e de campo (questionário aprovado pelo Comitê de Ética) junto aos órgãos envolvidos com o tema. Como resultados, além da previsão dos impactos ambientais e ações de sustentabilidade, propõe-se a utilização da AAE para PPPs do setor mineral no processo de tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Avaliação Ambiental Estratégica. Mineração. Sustentabilidade.

J. Sepe. Geóloga; Mestre em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas; e Doutoranda pela Universidade de Araraquara/PPG-DTMA; e-mail: [josiesepe@uol.com.br](mailto:josiesepe@uol.com.br).

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.



## INTRODUÇÃO

É cada vez maior a influência dos minerais sobre a vida e o desenvolvimento de um País. Com o aumento das populações e sua migração para os centros urbanos, cada dia precisa-se de maior quantidade de minerais para atender às crescentes necessidades humanas (IBRAM, 2018). A atividade de mineração é regulada pelo sistema de concessão mineral brasileiro, controlado pela atual Agência Nacional de Mineração (ANM) em substituição ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), criada em 2017, e vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), em consonância com o licenciamento ambiental executado pelos órgãos estaduais, distrital e federal de meio ambiente (IBRAM, 2013).

A avaliação prévia de impactos ambientais (AIA) é ferramenta utilizada internacionalmente como instrumento para a tomada de decisão sobre um projeto e como ferramenta de gestão desde os anos 1970. No Brasil, na segunda metade dos anos 1970 e início dos anos 1980 a avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos das atividades do setor de mineração já era prevista na legislação de alguns estados e na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) através da Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981) e, passa a ser requisito do processo de licenciamento ambiental em 1986, após a publicação da Resolução Conama nº 001/86 (CONAMA, 1986).

Na segunda metade dos anos 1990 a Resolução Conama nº 237/97 (CONAMA, 1997) especificou os tipos de atividades de mineração sujeitas ao licenciamento ambiental, vinculando-as à elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e outros estudos no processo de AIA. O licenciamento e a AIA são instrumentos que se limitam a subsidiar as decisões de aprovação de projetos de empreendimentos individuais, e não os processos de planejamento e as decisões políticas e estratégicas que os originam (MMA, 2002).

Dentre os instrumentos da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) tem-se a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), reconhecida para promover a articulação das várias dimensões de uma determinada Política, um Plano ou um Programa de desenvolvimento (PPP), com vistas a proteção do meio ambiente e a participação da sociedade civil nos processos de tomada de decisão (MMA, 2002). A AAE pode ser entendida como um instrumento de avaliação ambiental de natureza estratégica, atuando no papel facilitador do processo de tomada de decisão. Assim, tal instrumento de natureza estratégica ajuda a criar um contexto de desenvolvimento para a sustentabilidade, integrando as questões ambientais e de sustentabilidade na decisão e avaliando opções estratégicas de desenvolvimento (PARTIDÁRIO, 2012).

Ao tratar das funções usualmente atribuídas à AAE, Sánchez (2017) assim as resume: identificar e avaliar as consequências de uma decisão (estratégica) e de suas alternativas antes que ela seja tomada; inserir a dimensão ambiental e de sustentabilidade no processo de tomada de decisão; formalizar, sistematizar, documentar e informar uma decisão (estratégica) a ser tomada; criar oportunidades de desenvolvimento que contribuam para a recuperação da qualidade ambiental, prevenção de riscos e melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente foi feita revisão bibliográfica por meio de pesquisa em bases de dados de publicações e periódicos sobre a AIA/AAE internacional e nacional, visando o embasamento conceitual e teórico, para identificação dos aspectos e orientações principais para o uso da AAE no contexto do planejamento mineral; também artigos e teses pertinentes ao tema envolvendo aspectos da mineração, os impactos nos diferentes meios dela decorrentes e sustentabilidade. A pesquisa foi realizada através de plataformas como o *Scopus* do Portal de Periódicos da CAPES, o *Google Scholar*, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, *SciELO*, sites governamentais.

Posteriormente foram utilizados dados parciais da tese de doutorado em desenvolvimento pela autora, através da aplicação de questionário com profissionais de órgãos públicos relacionados ao setor de mineração e de meio ambiente e com outros profissionais de universidades envolvidos com o tema da AAE e, aos participantes do Fórum de Mineração Sustentável para o Vale do Ribeira ocorrido em Março/2020 na cidade de Registro/SP. Foi encaminhada carta convite com o *link* contendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o questionário através da ferramenta *Google Forms*, após submissão e aprovação do Comitê de Ética vinculado ao Ministério da Saúde.

Por fim foi feita a sistematização de parte dos dados obtidos após aplicação do questionário gerando gráficos e figuras, os quais foram relacionados com os dados da literatura, a fim de verificar a possibilidade do uso da AAE e suas boas práticas para o setor mineral, visando sua sustentabilidade.

## **MINERAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**

Por se tratar da extração de recursos naturais não renováveis da crosta terrestre a mineração, geralmente é vista como uma atividade altamente impactante e não sustentável (MMA, 2001). Mas a mineração é também essencial para a sociedade moderna, pois fornece matéria-prima para diversos setores da economia necessárias para o desenvolvimento dos países.

Para IBRAM (2018) em termos de classificação da cadeia produtiva, o setor mineral compreende as etapas de pesquisa, extração mineral e transformação mineral (metalurgia e siderurgia).

O aproveitamento mineral é considerado constitucionalmente como atividade de utilidade pública e de interesse social, e que remete à discussão de duas questões básicas: a primeira é voltada às estratégias governamentais para atender as demandas da sociedade, e a segunda está ligada aos direitos das pessoas físicas e jurídicas das comunidades envolvidas com a atividade, sendo que para responder a estas questões é necessário estudo abrangente dos impactos (positivos e negativos) causados pela atividade, considerando seu caráter interdisciplinar (HERRMANN, 2011).

A noção de desenvolvimento sustentável, congrega a ideia de que os processos econômicos devem ser capazes de permitir a continuidade do desenvolvimento social ao longo do tempo. Consequentemente, a utilização dos recursos ambientais, dentre eles os recursos minerais, deve ser feita de modo a viabilizar seu contínuo aproveitamento, sem prejuízos as necessidades das populações futuras (MME, 2009).

Em diversos países, os agentes envolvidos com o setor mineral têm demonstrado preocupação com as práticas convencionais de exploração mineral, como a associação de projetos mineradores a impactos ambientais e conflitos sociais. Assim, países como o Canadá passaram a exigir que as empresas se alinhem com os princípios do desenvolvimento sustentável, dos quais o aumento da participação das comunidades atingidas nas tomadas de decisões é o objetivo central (BASTOS, 2018).

O Instituto Brasileiro de Mineração, órgão representativo de boa parte das mineradoras brasileiras, lançou, em 2019, uma Carta Compromisso perante a sociedade que vai ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentando um conjunto de propostas relacionado a 12 (doze) áreas: Segurança operacional, Barragens e estruturas de disposição de rejeitos, Saúde e segurança ocupacional, Mitigação de impactos ambientais, Desenvolvimento local e futuro dos territórios, Relacionamento com comunidades, Comunicação e reputação, Diversidade e inclusão social, Inovação, Água (uso consciente e racional), Energia (fontes alternativas), Gestão de resíduos. (IBRAM, 2019).

Historicamente, a mineração tem contribuído para muitos dos desafios que os ODS têm procurado resolver: a degradação ambiental; o deslocamento de populações, agravando a desigualdade econômica e social; os conflitos armados; violência baseada em gênero; evasão fiscal e corrupção; e aumento de risco para diversos problemas de saúde (WEF, 2017).

Para fazer as ligações entre mineração e os ODS foi elaborado em 2017 um Atlas (WEF, 2017) com o objetivo de incentivar as empresas de mineração de todos os portes a incorporar 17 (dezesete) ODS em seus negócios e operações, e envolver governos nacionais, locais, comunidades, universidades e instituições, entre outros.

Dentre os desafios para resolver questões da mineração acima citados, outros como eficiência energética e energias renováveis, conservação e reciclagem da água, acesso à terra e a infraestrutura às comunidades, aquisição de bens e serviços locais, respeito aos direitos indígenas, dentre outros, englobam os 17 (dezesete) ODS da mineração.

## **EXPERIÊNCIAS DE AAE NO SETOR MINERAL**

Um importante instrumento internacional foi determinante na aplicação da AAE, a Diretiva Europeia sobre Avaliação dos Efeitos de Determinados Planos e Programas no Ambiente, conhecida como a diretiva de AAE, que entrou em vigor em 2003 e se aplica a todos os 25 estados membros da União Europeia (UE). A Diretiva Europeia tem como objetivo assegurar a proteção do ambiente e contribuir para a integração das considerações ambientais na preparação e aprovação de planos e programas, visando promover o desenvolvimento sustentável (OCDE, 2012).

A integração da proteção ambiental e do desenvolvimento econômico é a ferramenta de avaliação ambiental estratégica mais importante para alcançar o desenvolvimento sustentável (IYER, 2017).

A seguir apresenta-se algumas experiências internacionais do uso da AAE no setor de mineração e relata-se sobre o estado de Minas Gerais que adotará a AAE como ferramenta para planejamento do seu território para o minério de ferro.

A implementação do processo de AAE na mineração na Índia, com destaque a minas de cromita tem sido discutida, já que é considerado um ambiente perigoso. Tal processo foi proposto para verificar a qualidade das avaliações ambientais e sociais e planos de gestão, sendo útil para que se possa antecipar o processo de tomada de decisão bem antes do tempo que levaria o processo EIA, sendo, portanto, uma ferramenta fundamental para desenvolvimento sustentável. A AAE visa incorporar considerações ambientais e de sustentabilidade nos processos de tomada de decisão estratégica para formular políticas, planos e programas e, ações legislativas (IYER, 2017).

A política de AAE para o setor de mineração no Quênia foi conduzida com foco nas políticas relevantes, estruturas legais e regulamentos e também englobou planos estratégicos relevantes. Os objetivos específicos para a AAE foram: a) determinar se as estruturas de governança do setor consideraram efetivamente as obrigações ambientais nacionais; b) verificar se as estruturas de governança do setor efetivamente consideraram as obrigações de proteção dos direitos humanos; e c) determinar se há capacidade adequada e eficaz para garantir a sustentabilidade do meio ambiente e proteção dos direitos humanos no setor de mineração (UNDP, 2016).

Por falta uma visão clara e compartilhada sobre o crescimento da mineração e o desenvolvimento da Mongólia, foi realizada uma AAE com os seguintes objetivos: diagnosticar os principais problemas e oportunidades ambientais e sociais associados ao rápido crescimento do setor de mineração; identificar a política, os ajustes legais, regulatórios e institucionais e as ações de capacitação necessárias para minimizar os impactos ambientais e sociais adversos das operações de mineração e desenvolvimento da infraestrutura associada; propor medidas específicas para melhorar a sustentabilidade ambiental e social da mineração na Mongólia, com projeção até o ano de 2025 (NCEA, 2017).

Uma perspectiva favorável para o mercado mundial de urânio despertou o interesse na exploração desse minério na Namíbia, com 36 licenças de exploração para combustíveis nucleares concedidas em 2007. Foi realizada uma AAE em 2009, sabendo-se das lacunas legislativas e políticas sobre mineração de urânio e proteção contra radiação, tendo sido necessário desenvolver e avaliar cenários viáveis de mineração e desenvolvimentos associados como base para a tomada de decisões e planejamento formal, recomendações sobre o desenvolvimento sustentável da mineração na Região Central, fornecer soluções sobre os impactos cumulativos (identificados nos recursos naturais, biodiversidade e paisagens patrimoniais, saúde, turismo, estruturas sociais e estresse nos ministérios governamentais e paraestatais) e os desafios decorrentes das operações de mineração, e a formulação de um Plano Estratégico de Gestão Ambiental (NCEA, 2017).

O procedimento de AAE de mineração no caso do Peru começa informando o Ministério do Ambiente (MINAM) sobre a elaboração e/ou atualização de alguma Política, Plano ou Programa (PPP). Posteriormente, um plano de trabalho de AAE deve ser enviado ao MINAM para aprovação. A AAE é realizada e resulta em um relatório de AAE que é submetido ao MINAM para análise e subsequentemente aprovação ou desaprovação da AAE. Por último, há um requisito de monitoramento, implementação e acompanhamento. Não há exigência de triagem. Apenas é declarado que alguns tipos de planos exigem AAE, dentre eles PPPs de mineração (NCEA, 2020).

Apesar da AAE não estar formalmente institucionalizada no país, o estado de Minas Gerais deu um passo rumo a mineração de ferro sustentável e passará a adotar a AAE como ferramenta para planejamento do seu território.

O novo instrumento foi viabilizado por meio de um Termo de Descentralização de Crédito Orçamentário, assinado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (Sede), no dia 30 de março de 2020, em Belo Horizonte. Assim, o governo do estado de Minas Gerais no Brasil solicitou o apoio da *Netherlands Commission for Environmental Assessment* (NCEA) em uma proposta de AAE para elaboração do Plano Estadual de Mineração, onde o NCEA atuará como um consultor independente e avaliador de qualidade do processo da AAE, sendo a justificativa uma recomendação do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais. Foi então recomendado por NCEA a elaboração pelos órgãos estaduais responsáveis de um Termo de Referência (TR) para ajudar na elaboração do Plano Estadual de Mineração e outro TR para a AAE de mineração no estado de Minas Gerais. Dentre os benefícios é que os resultados da avaliação possam auxiliar na proposição de normas visando a sustentabilidade do setor, além de compor o Plano Estadual de Mineração (AGÊNCIA MINAS, 2020).

## RESULTADOS

O interesse pelo tema AAE e mineração decorre da pesquisa de doutorado em desenvolvimento pela autora, que selecionou o Vale do Ribeira no estado de São Paulo como objeto de estudo, pelo fato do governo do estado no ano de 2020 ter realizado o Fórum de Mineração para a região, visando tal iniciativa, promover a geração de emprego e renda dentro do Programa Vale do Futuro.

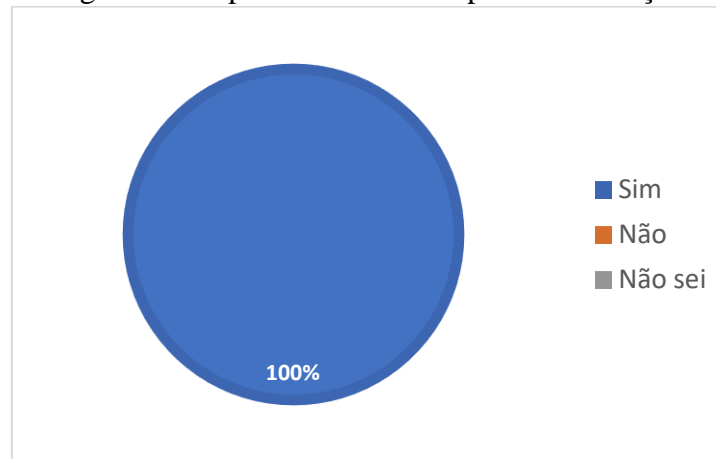
O Fórum reuniu agentes do setor público das três esferas de governo (federal, estadual e municipal), empresários, pesquisadores e sociedade civil para estabelecer os fundamentos de um Plano de Desenvolvimento Sustentável para o Setor Mineral. Considerado um dos territórios mais ricos em biodiversidade e de maior potencial geológico do Estado, o Vale do Ribeira representa uma das maiores oportunidades de estabelecer uma gestão da atividade minerária baseada no equilíbrio das dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica (SIMA/SDE/IPT, 2021).

Diante de tal iniciativa considera-se relevante a utilização dos pressupostos da AAE para auxiliar na elaboração de PPPs de mineração para o Vale do Ribeira.

Não se trata de submeter planos, programas e políticas à AAE, mas de usar a AAE para formulá-los e desenvolvê-los. Nessa distinção reside um ponto fundamental para a consolidação da AAE no país e sua possível institucionalização. É necessário encontrar fórmulas que permitam sua institucionalização – e possivelmente torná-la obrigatória para certas decisões – sem transformá-la em um obstáculo aos olhos dos tomadores de decisão (SÁNCHEZ, 2017).

Quanto aos resultados parciais da pesquisa através da aplicação do questionário *on-line*, todos os colaboradores consideram que a utilização deste instrumento pode colaborar com o planejamento do setor mineral e para a elaboração da Política e do Plano de mineração no Vale do Ribeira (FIGURA 1).

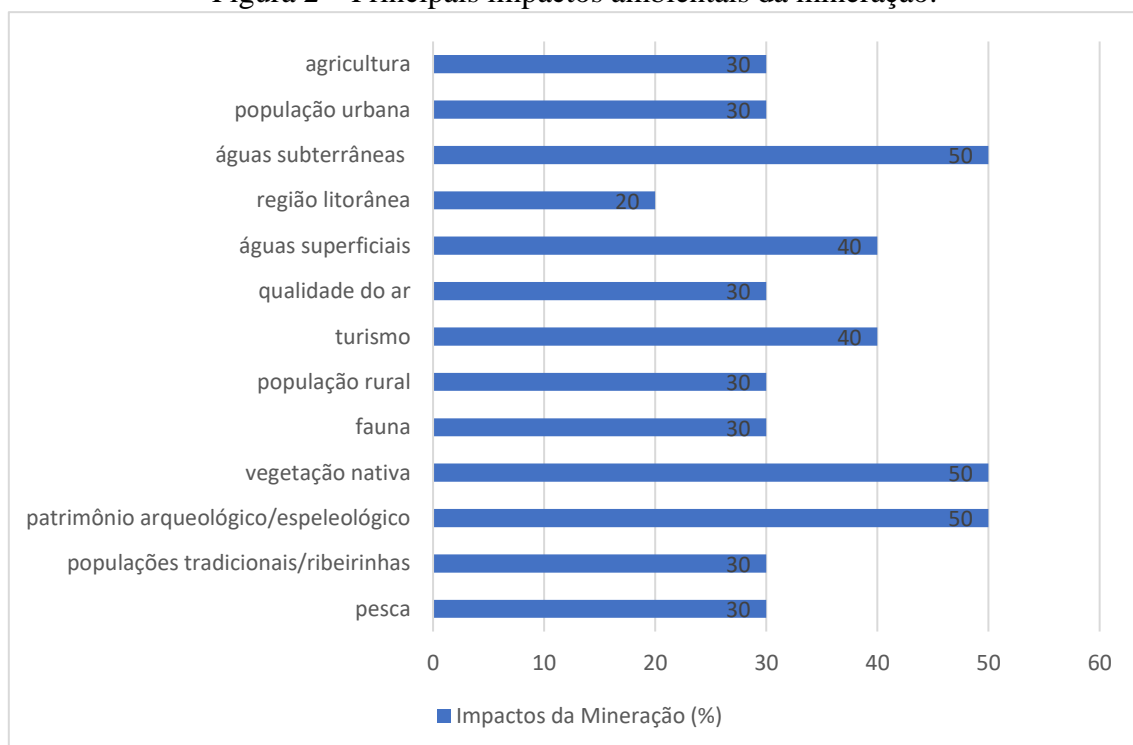
Figura 1 – Importância da AAE para a mineração



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Em relação aos impactos negativos que podem advir com o incremento da mineração na região, 50% dos colaboradores da pesquisa responderam que a mineração pode afetar as águas subterrâneas, também a vegetação nativa e o patrimônio arqueológico/espeleológico, já que a região é rica em cavernas calcárias e sambaquis. O turismo e as águas superficiais são considerados impactados por 40% dos colaboradores. A agricultura, a população urbana, a população rural, a qualidade do ar, a fauna aquática e terrestre, as populações tradicionais e ribeirinhas e as atividades de pesca podem ser impactadas negativamente para 30% dos colaboradores (FIGURA 2).

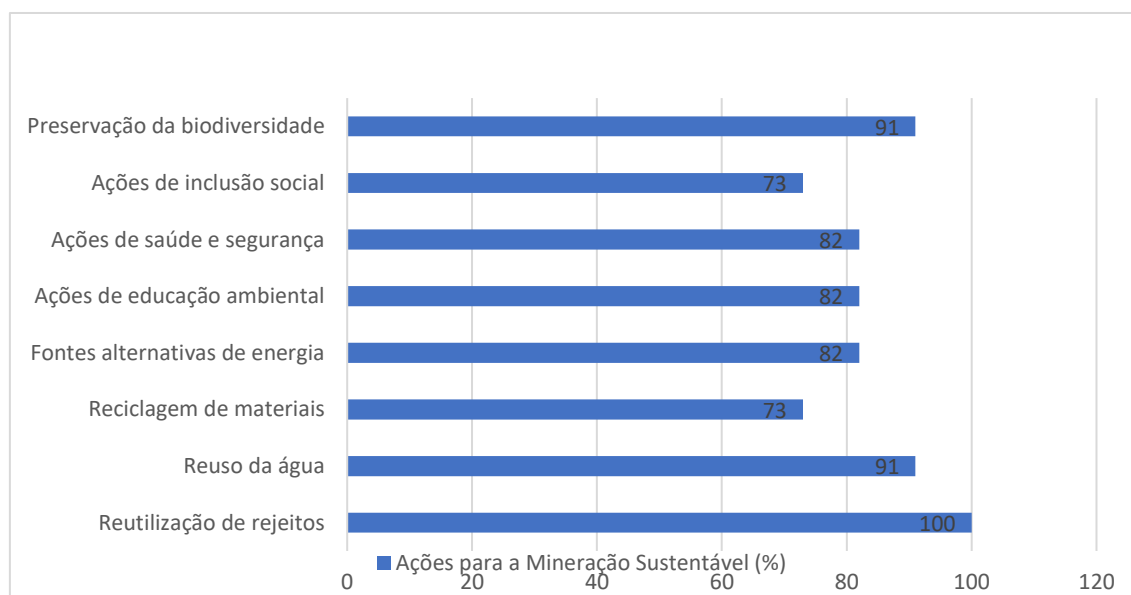
Figura 2 – Principais impactos ambientais da mineração.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Quanto as ações necessárias para que a mineração se desenvolva de forma sustentável, a reutilização de rejeitos da mineração foi eleita para os 100% dos colaboradores. Já a reutilização da água nos processos de lavra e beneficiamento dos minérios e a preservação da biodiversidade são importantes para 91%. Ações como saúde e segurança dos trabalhadores e população do entorno de áreas mineradas, ações de educação ambiental e a utilização de fontes alternativas de energia são importantes para 82% dos colaboradores, enquanto ações de inclusão social e reciclagem de materiais foram também consideradas para 73% dos colaboradores (FIGURA 3).

Figura 3 – Ações necessárias para a mineração sustentável



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Ao avaliar como o incremento da atividade minerária no Vale do Ribeira pode impactar negativamente determinados setores/ambientes/populações é possível antecipar medidas de prevenção através de monitoramento contínuo alinhado ao planejamento das PPPs para que a atividade se desenvolva econômico, social e ambientalmente sustentável.

Ações como a preservação da biodiversidade e geodiversidade da região, reuso e reciclagem da água, rejeitos e materiais e ações de direitos humanos ajudarão a compor os índices de sustentabilidade do setor de mineração com outras políticas nacionais e estaduais (de biodiversidade, de mudanças climáticas, por exemplo)

O uso da AAE traz benefícios também ao planejamento regional para se avaliar potenciais interações positivas e negativas com outros setores produtivos (pecuária, agricultura, pescas, etc.); estabelecer prioridades para conservação e desenvolvimento; caracterização das partes interessadas; coordenação intersetorial regional para aumentar a eficiência da rede de transporte, planejamento rural e urbano, esforços de conservação da biodiversidade; direitos de uso da terra e participação da comunidade; planejamento de serviços públicos ligados ao desenvolvimento das atividades de mineração (educação, saúde, abastecimento público de água) (NCEA, 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da AAE no setor mineral visa garantir que os processos de tomada de decisão sejam estratégicos para a formulação de Políticas, Planos e Programas (PPPs) e, ações legislativas pautadas na sustentabilidade do meio ambiente e na proteção dos direitos humanos.

Também é esperado que o uso da AAE na mineração forneça soluções sobre os impactos cumulativos (identificados nos recursos naturais, biodiversidade e paisagens patrimoniais, saúde, turismo, estruturas sociais, entre outras) e que estejam em concordância com os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Dentre os benefícios no uso da AAE é esperado que os resultados da avaliação possam auxiliar na proposição de normas legislativas visando a sustentabilidade do setor, além de compor os Planos de Mineração e Termos de Referência para as localidades onde foi desenvolvido.

## REFERÊNCIAS

AGENCIA MINAS. Governo passa a realizar análise ambiental estratégica da mineração de ferro. Notícias em 31/03/2020. Disponível em: <http://agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-passa-a-realizar-analise-ambiental-estrategica-da-mineracao-de-ferro>. 2020. Acessado em 16/09/2020.

BRASIL. Lei Federal 6.938/1981. Institui a Política Nacional de Meio Ambiente. 1981. Publicado no **DOU** de 31 ago 1981.

BASTOS, M. M. T. **Governança, Desenho Institucional e Regulação no Setor Mineral Brasileiro**. 149p. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução 001/1986. Diretrizes de uso e implementação da avaliação de impacto ambiental. 1986. Publicado no **DOU** em 17 fev 1986.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução 237/1997. Sistema de licenciamento ambiental. 1997. Publicado no **DOU** em 19 dez 1997.

HERRMANN, H. *Participações Adicionais* (p. 223 – 233) em Câmara dos Deputados, Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. Setor mineral rumo a um novo marco legal. **Série cadernos de altos estudos**; n. 8. Brasília, 2011. 276 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO: IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história**. 1.ed. - Brasília, 2013. 168 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO: IBRAM. **Eleições 2018: políticas públicas para indústria mineral**. Brasília, 2018. 105p.



INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO: IBRAM. **Carta compromisso do IBRAM perante a sociedade**. Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: <http://portaldamineracao.com.br/carta-compromisso-do-ibram-perante-sociedade/>. Acessado em 02/04/2020.

IYER, V.G. Strategic environmental assessment (SEA) process for sustainable mining and mineral management development. **Open Access Library Journal**. 4: e3422. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/oalib.1103422>. Acessado em 09/09/2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Relatório técnico 82**: análise e avaliação da sustentabilidade na indústria mineral. Brasília, novembro/2009. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/36108/450079/P56\\_RT82\\_Sustentabilidade.pdf/1f2e51d4-22fb-557f-f2ae-aaec075650d8?version=1.0](http://www.mme.gov.br/documents/36108/450079/P56_RT82_Sustentabilidade.pdf/1f2e51d4-22fb-557f-f2ae-aaec075650d8?version=1.0). Acessado em 10/03/2020. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental. IBAMA. Licenciamento Ambiental Federal. **Manual de normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral**. Brasília, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos - SQA Projeto Instrumentos de Gestão – PROGESTÃO. **Avaliação ambiental estratégica**. Brasília, 2002.

NETHERLANDS COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT (NCEA). **ESIA and SEA for a Responsible and Inclusive Mining Sector**. December 2017. Disponível em: <https://www.eia.nl/en>. Acessado em: 28/09/2020.

NETHERLANDS COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT (NCEA). **NCEA International**. [www.eia.nl/en](http://www.eia.nl/en). Disponível em: <https://www.eia.nl/en>. Acessado em: 28/09/2020.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Aplicação da avaliação ambiental estratégica**: guia de boas práticas na cooperação para o desenvolvimento. OECD Publishing. 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264175877-pt>>. Acesso em 01/07/2016.

PARTIDARIO, M. do R. **Guia de melhores práticas para avaliação ambiental estratégica**: orientações metodológicas para um pensamento estratégico em AAE. Agência Portuguesa do Ambiente, Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2012.

SANCHEZ, L. E. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? **Estudos Avançados**, n. 31 (89). 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890015>. Acessado em: 13/10/2020.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE (SIMA); SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (SDE); INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Fórum de mineração no Vale do Ribeira [livro eletrônico]**: dos sonhos do passado às realizações do futuro: documento síntese, visões, desafios e protagonistas. 2. ed. São Paulo: 2021.

Disponível em: [https://pdesvr.ipt.br/wp-content/uploads/sites/4/2021/06/02\\_Forum-de-Minerac%CC%A7a%CC%83o-PDES-VR-2020.pdf](https://pdesvr.ipt.br/wp-content/uploads/sites/4/2021/06/02_Forum-de-Minerac%CC%A7a%CC%83o-PDES-VR-2020.pdf). Acessado em: 10/03/2021.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. **Strategic environmental assessment (SEA) for the mining sector in Kenya**. Habitat Planners 2016/2017. Reference n.: RFP/UNDPKEN/009/2016. 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. **Atlas**: mapeando os objetivos do desenvolvimento sustentável na mineração. Relatório Branco. Agosto/2017. 107p. Disponível em: <http://abm.org.br/ods/wp-content/uploads/2018/01/atlas-mineracao-ods.pdf>. Acessado em 01/06/2020. 2017.


Capítulo 28

## **GEODIVERSIDADE, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE HIDROSSÍTIO: APLICAÇÃO NO SEGMENTO DO PARQUE AMBIENTAL ENCONTRO DOS RIOS, TERESINA, PIAUÍ, BRASIL**

**Helena Vanessa Maria da Silva**

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo avaliar e classificar hidrossítio no município de Teresina (Piauí, Brasil) aplicando metodologia adaptada de Foletto e Costa (2021) no segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios. Pontuando particularidades diversas e singularidades hidrológicas, o Parque Ambiental Encontro dos Rios (Encontro das águas do Rio Poti com o Rio Parnaíba) apresenta grande beleza cênica. Em linhas gerais, foi efetuada, revisão bibliográfica pertinente aos temas e levantamento em laboratório através de mapas, cartas e imagens. Após a ponderação dos valores atribuídos às classes, a metodologia demonstra que o segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios não têm valoração suficiente para ser considerado hidrossítio, por apresentar alguns problemas ambientais (exemplo: presença de macrófitas aquáticas; degradação e assoreamento da margem esquerda do Rio Poti, entre outras); no entanto, merece medidas de proteção e o reconhecimento de seu valor hídrico junto às comunidades e aos órgãos públicos.

**Palavras-chave:** Geopatrimônio. Patrimônio Hidrológico. Rio Poti. Rio Parnaíba.

H. V. M. da SILVA (  ). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.  
e-mail: helenavanessa95@hotmail.com

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

Diante do atual contexto que envolve as questões ambientais, os estudos relativos à geodiversidade (natureza abiótica) e temas correlatos (geopatrimônio, geoconservação, geoturismo, geoparques, etc.) revelam-se de suma importância, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, em que novas formas de abordar a natureza mostraram-se necessárias (MEIRA; SANTOS, 2016). Segundo Brocx e Semeniuk (2007), Rodrigues (2019) e Silva (2020) o termo geopatrimônio engloba toda uma diversidade de categorias: patrimônio geológico, patrimônio geomorfológico, patrimônio paleontológico, patrimônio pedológico, patrimônio hidrológico, entre outros, locais de valor excepcionais que devem ser conservados.

Conforme Foletto e Costa (2021) essas discussões avançaram conceitualmente e metodologicamente na perspectiva dos elementos geológicos e geomorfológicos, quando se fala em patrimônio hidrológico ainda demanda de aprofundamento e qualificação. Esses autores ainda afirmam que a abordagem hidrológica só nos últimos anos ganha importância e destaque nas pesquisas da geoconservação (medidas relacionadas à conservação dos elementos naturais abióticos/geodiversidade).

A água sempre esteve próxima à sociedade, influenciando a cultura e sendo transformada. Como fonte de vida, elemento de valor patrimonial, o atual contexto, demanda um olhar conservacionista de um bem de uso comum, vital para a sobrevivência dos seres vivos na Terra (FOLETO; COSTA, 2021). De acordo com Rodrigues (2019, p. 274) o patrimônio hidrológico é constituído pelo “conjunto de águas oceânicas e continentais (mares, lagos, cursos de água, reservatórios subterrâneos e hidrotermais) bem como a dinâmica, processos e formas associadas”, que apresentam valores excepcionais e raridade que ao serem reconhecidos pela diversidade e beleza podem ser valorizados e ir ao encontro dos objetivos da prática do Geoturismo (atividade turística relacionada ao uso do geopatrimônio, enquanto recurso e atrativo).

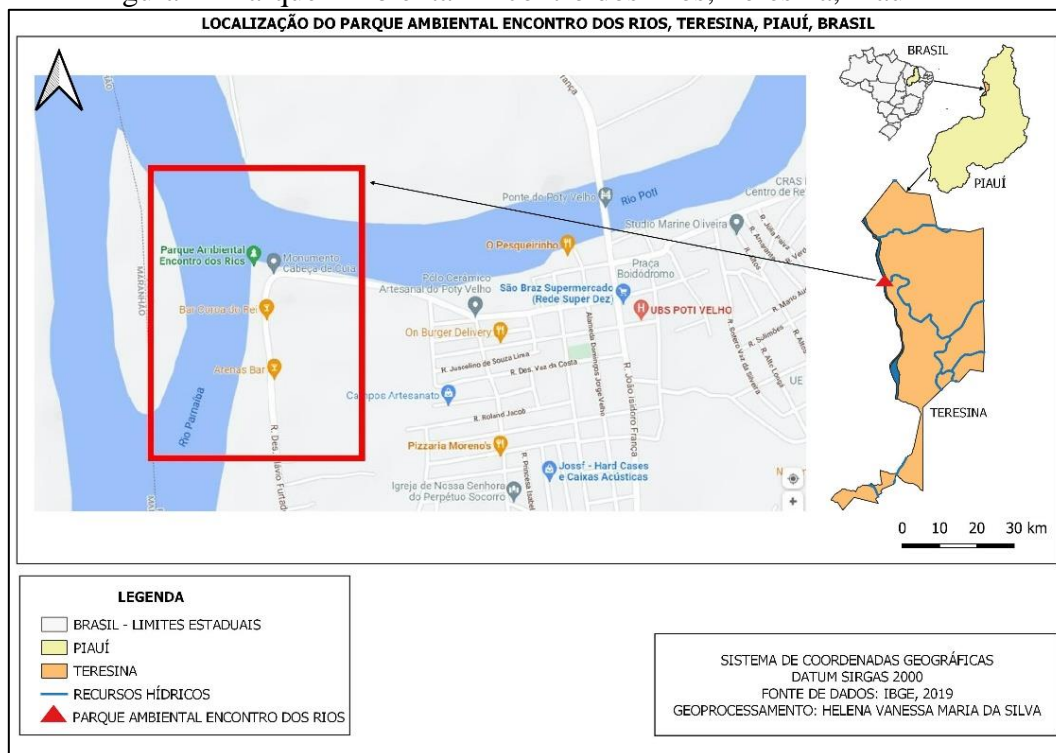
Dessa maneira, o patrimônio hidrológico, pela sua enorme importância, não deve ser ignorado, necessitando de mais investigação em nível dos conceitos e da aplicação (RODRIGUES, 2019). Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e classificar hidrossítio no município de Teresina (Piauí, Brasil) aplicando metodologia adaptada de Foletto e Costa (2021) no segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios. Pontuando particularidades diversas e singularidades hidrológicas, o Parque Ambiental Encontro dos Rios (Encontro das águas do Rio Poti com o Rio Parnaíba) apresenta grande beleza cênica.

## ÁREA DE ESTUDO

O Parque Ambiental Encontro dos Rios (Figura 1) localiza-se no bairro Poti Velho, zona Norte da cidade de Teresina (Piauí), em áreas marginais dos rios Parnaíba e Poti, nas planícies de inundação na confluência dos referidos cursos d'água. O referido parque está situado às coordenadas geográficas: 05°02'06,38" S e 42° 50'17,35" O, possui 2.38 há, com perímetro de 983,60 m (SANTOS; ROCHA; SILVA, 2011).

Vale ressaltar que o segmento de pesquisa foi delimitado há área onde se localiza a infraestrutura física do Parque e área adjacente que compreende um trecho da margem direita do rio Parnaíba (lado piauiense) até os limites do Estado e à margem esquerda do rio Poti.

Figura 1 - Parque Ambiental Encontro dos Rios, Teresina, Piauí - BR



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com Viera e Silva (2007) o Parque Ambiental Encontro dos Rios foi criado através da Lei Municipal nº 2.265 de Dezembro de 1993, com intuito de preservar o meio ambiente e fornecer à sociedade um espaço de lazer. Tem como objetivo a

preservação ambiental permanente, a promoção do turismo ecológico e o resgate da cultura popular do Cabeça de Cuia, através da preservação de ecossistemas naturais e beleza cênica, possibilitando a realização de atividades de educação, de recreação em contato com a natureza (KALLAS; MACHADO *apud* SOUSA; AQUINO, 2007, p. 72).

O Parque Ambiental Encontro dos Rios é uma Área de Preservação Ambiental (APA). Conforme o Art. 15 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2006, p.16), APA:

[...] é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

## GEODIVERSIDADE, GEOPATRIMÔNIO E PATRIMÔNIO HIDROLÓGICO

Temática em ascensão em todo o mundo, o estudo da Geodiversidade é de extrema relevância. De uso recente, cuja origem remonta aos anos de 1990, a palavra Geodiversidade ainda causa estranheza ao público leigo, tendo em vista que sua divulgação encontra-se em desenvolvimento (PEREIRA, 2006). Segundo Gray (2013) a geodiversidade engloba o conjunto de todos os elementos da natureza abiótica do planeta, integra a diversidade geológica (rochas, minerais e fósseis), geomorfológica (formas de

relevo), hidrológico (água) e pedológico (solos), além dos processos que lhes originaram e lhes modelam de forma dinâmica. É o substrato e base para qualquer forma de vida e atividades humanas, representa a base macroestrutural sob a qual se definem e se diferenciam as feições de cada paisagem (FIGUEIRÓ; VIEIRA; CUNHA, 2013).

Com base nessa discussão, a existência de um conceito guarda-chuva que é o de geopatrimônio considera como patrimônio todos os elementos abióticos da natureza dotados de algum tipo de valor, considerados integrantes da geodiversidade (BENTO *et al.*, 2017). Esses locais devem ser preservados devido ao seu valor patrimonial (RODRIGUES; FONSECA, 2008). O patrimônio hidrológico faz parte desse conjunto, é um segmento da diversidade hidrológica de uma área, engloba elementos relacionados com os lugares que incluem:

[...] águas subterrâneas (unidades hidromorfológicas) e superficiais (bacias hidrográficas, lagos, rios e outras formas de escoamento), geossítios hídricos (cascatas, zonas húmidas, zonas de descarga e recarga difusas, etc.), áreas e nascentes termais e outros pontos de interesse hidrológico (nascentes secas por sobre-exploração ou por causas naturais, nascentes fluviais ou cársticas (superficiais ou subterrâneas), como as cavidades cársticas (grutas e galerias) ou outros fenômenos hidrológicos típicos das áreas cársticas, como as perdas, exurgências, ressurgências ou canhões cársticos e, mesmo, zonas húmidas classificadas ou a necessitar de medidas de protecção. (AZEVEDO; RODRIGUES, 2015, p. 208).

Esses locais de interesse especial podem ser denominados de geossítios, geomorfossítios, pedossítios e/ou hidrossítios a depender do caráter da pesquisa. Os hidrossítios, em especial são locais de interesse patrimonial no domínio da água, representativos pela sua condição de exclusividade e representatividade, importância científica, por exemplo como definidor (paleo)ambiental, de suporte ecológico, de valor estético, entre outros (PEREIRA; CUNHA; THEODORO, 2016). São porções pontuais do geopatrimônio cujos valores potencializam seu uso.

## **METODOLOGIA**

A primeira etapa da pesquisa consistiu na pesquisa bibliográfica em *sites*, artigos, livros, monografias, dissertações e teses sobre as temáticas geodiversidade, geopatrimônio, patrimônio hidrológico, locais de interesse hidrológico e hidrossítios com base nos seguintes autores: Gray (2013); Azevedo e Rodrigues (2015); Pereira, Cunha, e Theodoro (2016); Rodrigues (2019); Foletto e Costa (2021), entre outros.

O trabalho constou ainda das etapas de seleção da área a ser trabalhada, aliado a aplicação da ficha de avaliação de hidrossítios proposta por Foletto e Costa (2021). Os referidos autores propõem uma sequência em que o principal critério a ser considerado seja o de valor ecológico, por contemplar a especificidade hídrica da qualidade e dinâmica da água, indispensáveis para atribuir valor patrimonial. Complementado com critérios de valoração (universal), estético e sociocultural, acrescido de valor (complementar) que demonstra a importância científica pela importância para estudos; pelas Políticas de gestão e; ainda da geomorfologia fluvial.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para validação da metodologia de avaliação e classificação de hidrossítio inicialmente, foi selecionado o segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios, no município de

Teresina (Piauí, Brasil), com potencial patrimonial segundo critérios ecológico, estético, sociocultural e complementar.

A seguir, na Ficha de Levantamento Hidrológico (Quadro 1), os valores atribuídos foram ponderados de acordo com o valor percentual das classes dos indicadores e critérios, obtendo-se, assim, o valor do Local de Interesse Hidrológico (LIH) para a classificação de acordo com o maior valor obtido.

Quadro 1 - Ficha de avaliação e classificação de hidrossítios

(continua)

FICHA DE LEVANTAMENTO HIDROLÓGICO					
<b>Nome:</b> Parque Ambiental Encontro dos Rios					
<b>Localização:</b> Região Hidrográfica					
<b>Referência:</b> Encontro das águas dos Rios Poti e Parnaíba					
<b>Corpo Hídrico:</b> ( ) nascente ( <input checked="" type="checkbox"/> ) segmento rio ( ) lago: ( ) natural ( ) artificial ( ) aquífero					
<b>Regime Fluxo Dominante:</b> ( ) laminar ( <input checked="" type="checkbox"/> ) turbulento					
<b>Fenômeno hídrico:</b> ( ) surgência ( ) queda d'água: cachoeira, cascata ( ) redemoinho ( ) sumidor Outros: Encontro das águas dos Rios Poti e Parnaíba					
<b>Intervenção para Uso Água:</b> Barramento: ( ) abastecimento ( ) energia ( <input checked="" type="checkbox"/> ) paisagismo lazer/recreação Roda d'água: ( ) energia ( ) abastecimento Outros:					
CRITÉRIO ECOLÓGICO - INDICADORES		CLASSES	Valor 65%		
<b>QUALIDADE (40%)</b>	PH – ACIDEZ ÁGUA (4%)	Muito Ruim	0	0	
		Ruim	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
		Razoável	2	2	
		Bom	3	3	
		Excelente	4	4	
	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (4%)	Muito Ruim	0	0	
		Ruim	1	1	
		Razoável	2	2	<input checked="" type="checkbox"/>
		Bom	3	3	
		Excelente	4	4	
	CONDUTIVIDADE (4%)	Muito Ruim	0	0	
		Ruim	1	1	
		Razoável	2	2	<input checked="" type="checkbox"/>
		Bom	3	3	
		Excelente	4	4	
	ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA (10%)	Alto acúmulo	0	0	
		Muito acúmulo	1	2,50	
		Médio	2	5	<input checked="" type="checkbox"/>
		Pouco acúmulo	3	7,50	
		Sem acúmulo	4	10	
BIODIVERSIDADE AQUÁTICA (10%)	Sem vida	0	0		
	Poucas espécies	1	2,50		
	Diversas espécies	2	5	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Muitas espécies	3	7,50		
	Abundância espécies	4	10		
CONDIÇÃO DAS MARGENS (8%)	Totalmente erodida	0	0		
	Forte alteração	1	2		
	Com erosão de margens	2	4	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Leve alteração/ erosão	3	6		
	Natural	4	8		

(Continuação – Quadro 1)

<b>CONDIÇÃO HIDRO- MORFOLÓGICA (25%)</b>	<b>TIPOLOGIA (2,5%)</b>	Barragem	0	0	
		Enrocamento	1	0,625	
		Soleira/lajeado	2	1,25	
		Pequeno controle	3	1,875	
		Sem obstáculo	4	2,5	<b>x</b>
	<b>TRANSPONIBILIDADE ESCOAMENTO (7,5%)</b>	Albufeira/Lago	0	0	
		Regolfo/barramento	1	1,875	
		C/Queda D'água	2	3,75	
		S/Queda D'água	3	5,625	
		Sem interferência	4	7,5	<b>x</b>
	<b>BALANÇO EROSÃO/ DEPOSIÇÃO (7,5%)</b>	Alterado	0	0	<b>x</b>
		Forte desequilíbrio	1	1,875	
		Desequilibrado	2	3,75	
		Leve alteração	3	5,625	
		Equilibrado	4	7,5	
	<b>FORMA (7,5%)</b>	Sem expressão	0	0	<b>x</b>
Pouco perceptível		1	1,875		
Expressiva		2	3,75		
Muito Expressiva		3	5,625		
Dominante		4	7,5		
<b>CRITÉRIO ESTÉTICO – INDICADORES</b>		<b>CLASSES</b>	<b>Valor 10 %</b>		
<b>QUALIDADE VISUAL (10%)</b>	<b>CANAL (5%)</b>	Degradado	0	0	
		Grande alteração	1	1,25	
		Alterado	2	2,5	
		Leve alteração	3	3,75	<b>x</b>
		Natural	4	5	
	<b>COBERTURA DA TERRA NO ENTORNO (5%)</b>	Degradada	0	0	
		Desqualificada	1	1,25	
		Leve Alteração Urbano	2	2,5	<b>x</b>
		Leve Alteração Rural	3	3,75	
		Natural	4	5	
<b>CRITÉRIO SÓCIO CULTURAL – INDICADORES</b>		<b>CLASSES</b>	<b>Valor 15 %</b>		
<b>BENS EQUIPAMENTO (15%)</b>	<b>SIGNIFICADO HISTÓRICO CULTURAL (7,5%)</b>	Sem relevância	0	0	
		Pouca relevância	1	1,875	
		Média Relevância	2	3,75	
		Importante	3	5,625	
		Grande relevância	4	7,5	<b>x</b>
	<b>FUNÇÃO NATURAL/SOCIAL (7,5)</b>	Econômica	0	0	
		Histórico/Cultural	1	1,875	
		Hidrogeomorfológica	2	3,75	
		Ecológica	3	5,625	
		Eco Social	4	7,5	<b>x</b>
<b>CRITÉRIO COMPLEMENTAR - INDICADORES</b>		<b>CLASSES</b>	<b>Valor 10%</b>		
<b>CIENTÍFICO (2,5%)</b>	<b>IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA (2,5%)</b>	Nenhuma	0	0	
		Pouca	1	0,625	
		Média	2	1,25	
		Alta	3	1,875	
		Elevada	4	2,5	<b>x</b>
<b>GESTÃO (5%)</b>	<b>NORMAS PARA A CONSERVAÇÃO (5%)</b>	Nenhuma	0	0	
		Para outros fins	1	1,25	
		Para o entorno	2	2,5	
		Para a Sub-Bacia	3	3,75	<b>x</b>
		Específica para água	4	5	



(conclusão – Quadro 1)

<b>GEOLÓGICO GEOMORFOLÓGICO</b> (2,5%)	<b>PROCESSOS ESTRUTURAIS ESCULTURAIS</b> (2,5%)	Nada representativo	0	0	
		Pouco representativo	1	0,625	
		Relativamente	2	1,25	
		Representativo	3	1,875	x
		Muito representativo	4	2,5	
Valor 100%		Valor %			

Adaptado de Foletto e Costa (2021).

Conforme os dados obtidos com a ficha de Avaliação e classificação de hidrossítios no segmento do Parque do Ambiental Encontro dos Rios, a análise visual em associação com pesquisas já realizadas sobre os parâmetros físico-químicos da água permitiu concluir, a boa qualidade da água, com alterações hidromorfológicas do canal, às margens, com construções de valor histórico ou cultural. O PH e a condutividade apresentam resultado razoável; o OD foi classificado como ruim e o estado trófico da água apresenta-se com acúmulo médio de sedimentos em suspensão. Na figura 2 observa-se o estado trófico da água em alguns pontos com a presença de macrófitas aquáticas e sedimentos em suspensão o que torna as águas bem turva.

Figura 2 - Presença de macrófitas aquáticas no leito do Rio Poti

Fonte: [Tripadvisor](#) (Reprodução).

Quanto a biodiversidade aquática caracteriza-se por muitas espécies; a cobertura de uso da terra de margens apresenta vegetação arbórea pouco desenvolvida, no entanto, fragmentada. É possível visualizar degradação das margens, alguns metros a jusante, com fragmentos de vegetação e intervenção no leito provocada pelo curso natural do rio, além também da retirada da mata ciliar o que ocasiona erosão (FIGURA 3).

Entre os indicadores hidromorfológicos, o segmento se caracteriza, quanto à tipologia, como sem obstáculo; a transponibilidade não sofre interferência da dinâmica da corrente; no balanço de erosão/deposição do canal, percebe-se alteração, com deposição de sedimentos nas laterais do canal fluvial, demonstrando a perda na capacidade de transporte, pela redução da velocidade ou da quantidade do fluxo de água.

Já as formas decorrentes da dinâmica fluvial são sem expressão, o conjunto dos indicadores demonstra a forte alteração das condições hidromorfológicas por intervenções antrópicas no fluxo da corrente nos leitos dos rios.

Figura 3 - Degradação e assoreamento da margem esquerda do Rio Poti



Fonte: [Tripadvisor](#) (Reprodução).

Na avaliação do valor estético, observa-se que a qualidade visual do segmento do parque apresenta-se levemente alterada com acúmulo de sedimentos à direita do leito do Rio Parnaíba. Diminuindo o nível das águas do rio situações como essas são corriqueiras (FIGURA 4).

Figura 4 - Acúmulo de sedimentos à direita do leito do Rio Parnaíba



Fonte: Google Earth (2022).

Já a cobertura da terra no entorno do segmento do parque, foi classificada como urbano levemente alterado. Essa cobertura sofre alteração por construções e usos urbanos como a presença de centro de recepção ao visitante, quiosques para comercialização de produtos artesanais e restaurante flutuante (FIGURA 5).

Figura 5 - Construções e usos urbanos no Parque Ambiental Encontro dos Rios



A - Centro de recepção ao visitante; B - Restaurante flutuante.

Fonte: [Território Brasileiro \(online\)](#)

No critério sociocultural com enfoque nos bens e equipamentos de intervenção no fluxo da corrente para o aproveitamento da água o segmento apresenta grande relevância histórico-cultural. Com função ecossocial elevada, pode-se observar aproveitamento econômico com a promoção do turismo ecológico, têm-se também o resgate da cultura popular, com um espaço de exposição com o monumento ao Cabeça de Cuia, uma lenda e/ou mito piauiense atrelada as águas do rio Poti (FIGURA 6).

Reconhecido como um referencial turístico da capital piauiense, do ponto de vista histórico-cultural têm-se ainda a valoração de centro de artesanatos e polo cerâmico (Figura 7), com variados produtos confeccionados a partir da argila retirada dos rios, além disso têm-se a importância de ambos os rios contribuírem para abastecimento da cidade (VIEIRA; SILVA, 2009).

O segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios também carrega importância histórica por se situar em uma área que foi chave para expansão urbana de Teresina que é a região do bairro Poti Velho, o mais antigo núcleo de povoamento do sítio da cidade (SANTOS; ROCHA; SILVA, 2011).

Quanto o critério complementar, no indicador científico, o segmento possui elevada importância, com variadas pesquisas e publicações disponíveis. Quanto à gestão, as normas para a conservação são regidas por Lei, uma vez que trata-se de uma Área de Proteção Ambiental (APA), área direcionada ao lazer, turismo e preservação na “mesopotâmica piauiense”. Já os processos estruturais esculturais do ponto de vista dos

indicadores geológico-geomorfológico são representativos com importante característica hídrica.

Figura 6 - Monumento ao Cabeça-de-Cuia



Fonte: [Território Brasileiro](#) (Online)

Figura 7 - Importância histórico-cultural e econômica do segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios. A - Centro de artesanatos; B - Polo cerâmico artesanal do Poty Velho.



Fonte: [Semplan](#) (Reprodução).

Na figura a seguir pode-se observar o fenômeno natural caracterizado pelo encontro das águas escuras do Rio Poti e as barrentas e velozes água do Rio Parnaíba (FIGURA 8).

Figura 8 - Encontro das águas escuras do Rio Poti e as barrentas e velozes água do Rio Parnaíba



Fonte: [Governo do Piauí](#).

Após a ponderação dos valores atribuídos, há que se considerar que, na perspectiva do geopatrimônio, segundo Foletto e Costa (2021) a condição para um hidrossítio é ter elevado valor ecológico, estético, sociocultural e complementar, sendo que o LIH alcançara o *status* de hidrossítio se obtiver no mínimo 75% da avaliação.

Se for o valor total for abaixo de 50%, este não terá condições de ser um hidrossítio. Já se o valor for entre 50 -74% o Local de Interesse Hidrológico tem potencial desde que haja intervenções do Poder Público no sentido de melhorar os indicadores com classificação negativa.

Assim, a metodologia demonstra o segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios obteve 58,3% do valor total, não têm valoração suficiente para ser considerados hidrossítio, pelas alterações na qualidade da água, condições hidromorfológicas, qualidade visual e intervenções para o uso da água, o que demanda ações do poder público para melhorar sua condição.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natureza abiótica de raridade e valor excepcional deve deixar de ser esquecida pelas políticas públicas, educativas e de proteção do meio ambiente. Pontuando particularidades diversas, as singularidades hidrológicas do Parque Ambiental Encontro dos Rios (Encontro das águas do Rio Poti com o Rio Parnaíba) é de grande beleza cênica e atração turística.

Como resultado, a metodologia para a classificação de hidrossítio mostra-se válida. No entanto, o segmento do Parque Ambiental Encontro dos Rios foi classificado

apenas como Local de Interesse Hidrológico (LIH) por apresentar alguns problemas ambientais.

Diante do contexto delineado, vale ressaltar a necessidade de parcerias junto à comunidade local e instituições de ensino (escolas e universidades), a fim de criarem programas de visitação a área, devidamente programados, guiados e com vistas à valorização, divulgação e conservação do mesmo.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, I. S.; RODRIGUES, M. L. Nascentes cárnicas do Maciço Calcário Estremenho Inventariação, classificação e avaliação. Lisboa, **Geonovas**, 28, 2015, 207-220.

BENTO, L. C. M., BRITO, A. L., SEVERINO, E. A. S., JUNIOR, I. B. S., LISBOA, ANDRADE, R.; V.C. S. Metodologias de avaliação do patrimônio Geomorfológico com vistas ao seu aproveitamento Geoturístico – um estudo aplicado às quedas d'água do município de Indianópolis (Minas Gerais – Brasil). **Rev. Bras. Geomorf. (Online)**, São Paulo, v.18, n.3, (Jul-Set) p.657-670, 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Introduz alterações pela Lei Nº 11.132, de 4 de julho de 2006 e pelo Decreto Nº 5.556, de 26 de outubro de 2005. 6ª edição. Brasília, 2006. 56p.

BROCKX, M.; SEMENIUK, V. Geoheritage and Geoconservation-History, Definition, Scope and Scale. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, v. 90, n. 2, p. 53-87, 2007.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro (SP), v.8, n.1 2013.

FOLETO, E. M.; COSTA, F. S. Metodologia para classificação de hidrossítios: rio Selho, no Concelho de Guimarães, distrito de Braga, Portugal. **Geosp**, v. 25, n. 1, p. 1-24, e-172586, 2021. ISSN 2179-0892.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. 2ª Edição. Londres, John Wiley & Sons, 2013.

MEIRA, Suedio Alves; SANTOS, Gisele Barbosa dos. Inventário e quantificação da potencialidade educativa do patrimônio geológico da Serra dos Tapuias, Riachão das Neves (BA). **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v. 17, n. 58, 2016, p. 34–52.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação - aplicação ao Parque Nacional de Montesinho**. Braga, 2006. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia). Universidade do Minho, Braga, 2006.

PEREIRA, L. S.; CUNHA, L. S.; THEODORO, J. Um olhar sobre o patrimônio hidrológico do município de João Pessoa, Paraíba, Nordeste do Brasil. In: NUNES, A.; MOREIRA, C. O.; PAIVA, I. R.; CUNHA, L. S. (Org.). **Territórios de água = water territories**. Coimbra, PT: Fluc/Cegot, 2016. p. 293-304.

RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A.. A valorização do geopatrímónio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. *In: COLÓQUIO IBERICO DE ESTUDOS RURAIS*, 7. 2008, Coimbra. **Anais...** Coimbra, Portugal, 2008.

RODRIGUES, M. L. Importância do Património Hidrológico para o Geopatrimónio e o Geoturismo. *In: RAMOS, Ana Pereira; LEAL, M.; BERGONSE, R.; TRINDADE, J.; REIS, E. (Org.). Água e território: um tributo a Catarina Ramos*, Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Lisboa, 2019.

SANTOS, F. A.; ROCHA, Denílson da Silva; SILVA, T. C. F. Avaliação Socioambiental no Parque Ambiental Encontro dos Rios, em Teresina, Piauí. **Biodiversidade Pampeana (Online)**, v. 9, p. 24-29, 2011.

SILVA, Helena Vanessa Maria da. **Geodiversidade e geopatrímónio dos municípios de Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e Sigefredo Pacheco, Piauí**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras. Universidade Federal do Piauí. Piauí, Teresina, 2020.

SOUSA, Cícero Rodrigues de e AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Proteção ambiental e turismo no Parque Ambiental Encontro dos Rios, Teresina/PI. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 7, n. 3, 2007. p.66-74.


VIEIRA, C. I. P.; SILVA, T. C. F. **Análise dos Impactos Ambientais no Parque Ambiental Encontro dos rios em Teresina-PI**. *In: XIII SBGFA-Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 2009, Viçosa. XIII SBGFA-Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa: UFV, 2009.

## **GEOGRAFIAS FAXINALENSES: O FAXINAL CHARQUEADA DOS BETIM, IMBAÚ - PR**

**Gustavo Conceição Bahr**

**Resumo:** O Faxinal Charqueada dos Betim está localizado no município de Imbaú, região centro-leste do estado do Paraná, com ocupação que teve início há 150 anos, onde foi estabelecido um sistema de uso coletivo do território e dos recursos naturais. O espaço rural brasileiro, e por conseguinte, paranaense, sofreu diversas mudanças ao longo das últimas décadas, alterações essas que também impactaram os territórios faxinalenses. No caso do Faxinal Charqueada dos Betim, essas modificações se intensificaram nos últimos 20 anos, sendo que mesmo assim os faxinalenses mantêm preservado seu território e suas territorialidades. Nesta perspectiva, o presente texto busca resgatar algumas características culturais e identitárias dos faxinalenses da Charqueada dos Betim, assim com destacar os conflitos presentes na comunidade.

**Palavras-chave:** Povos e comunidades tradicionais. Uso coletivo do território. Faxinais. Conflitos territoriais.

G. C. Bahr (  ). Docente do Instituto Federal do Paraná (Telêmaco Borba) e Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (Ponta Grossa). PR, Brasil.  
e-mail: gustavobahr0@gmail.com

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.



## INTRODUÇÃO

O Faxinal Charqueada dos Betim está localizado no município de Imbaú, região centro-leste do estado do Paraná, com ocupação que teve início há 150 anos, onde foi estabelecido um sistema de uso coletivo do território e dos recursos naturais. De acordo com Souza (2009), no referido município ocorre a presença de 5 comunidades faxinais, sendo que a Charqueada dos Betim é a única, atualmente, onde o criadouro comunitário encontra-se preservado.

O espaço rural brasileiro, e por conseguinte, paranaense, sofreu diversas mudanças ao longo das últimas décadas, alterações essas que também impactaram os territórios faxinalenses. No caso do Faxinal Charqueada dos Betim, essas modificações se intensificaram nos últimos 20 anos, sendo que mesmo assim os faxinalenses mantêm preservado seu território e suas territorialidades.

Nesta perspectiva, o presente texto busca resgatar algumas características culturais e identitárias dos faxinalenses da Charqueada dos Betim, assim com destacar os conflitos presentes na comunidade.

### **O USO COLETIVO DO TERRITÓRIO: OS FAXINAIS DO PARANÁ**

As comunidades faxinais possuem como principal característica o uso coletivo do território e dos recursos naturais, sendo que essa prática comunitária também se estende a outras ações que fazem parte do cotidiano dos faxinalenses, como os mutirões para trabalhos agrícolas, na manutenção das benfeitorias das comunidades e na organização de festividades. Ainda, a prática de um catolicismo rudimentar perpassa por gerações e se faz presente na maior parte dessas comunidades, que ocupam o centro-sul do estado do Paraná, e que atualmente resistem a uma série de pressões direcionadas sobretudo pelo agronegócio.

De acordo com Souza (2009) existem no Paraná 227 faxinais, distribuídas por 32 municípios, que assim como as demais comunidades tradicionais sempre estiveram a margem da história oficial e das decisões que influenciam em suas vidas. Sendo assim, algumas dessas decisões resultaram no fim de muitas comunidades, onde as que existem, tem resistido duramente contra um sistema que os colocam à margem da sociedade. Para Almeida (2008, p. 6)

o valor de uso dos bens pelos faxinalense e sua forma de produção familiar contrapõem-se ao valor de troca e aos circuitos de mercado que caracterizam uma economia mercantil e privatista, que nega a esfera pública e as atividades econômicas baseadas no trabalho familiar.

A esse respeito, Katuta (2020a, p. 547) destaca que

o avanço desse modo de produção [capitalista] sobre os territórios e grupos sociais que se relacionavam com a terra e seus elementos a partir de seu valor de uso [...] significou, em muitos casos, o extermínio dos mesmos, juntamente com seus modos de existência. Nesse processo, uma enormidade de conhecimentos, saberes e fazeres ligados a essas territorialidades e geo-grafias, foram, juntamente com seus produtores, violentamente exterminados.

Uma outra característica relevante, associada a territorialidade faxinalense, é a sustentabilidade ambiental presente nas comunidades, atributo comum aos mais variados povos e comunidades tradicionais. Isso ocorre devido a forma com que essas populações se relacionam com a natureza, e no caso dos faxinais, esses realizam a preservação da floresta, pois em meio a ela ocorre a criação à solta de animais e o extrativismo de baixo impacto.

Essa questão vai de encontro às áreas com presença significativa de Floresta de Araucárias no estado do Paraná, sendo estas associadas as áreas onde se localizam as comunidades faxinais, pois a “apropriação social da natureza pelos faxinalenses contribui para a conservação dos patrimônios ambientais inerentes a esse sistema social, sendo eles bens materiais e imateriais” (HAURESKO, CORREIA, GOMES, 2017, p. 131). O uso sustentável dos recursos naturais é evidente na paisagem dos faxinais, expresso pela existência, geralmente em grandes quantidades, da Floresta de Araucárias, na quantidade e qualidade dos cursos da água, inclusive de áreas de nascentes e na fertilidade dos solos, que devido às técnicas sustentáveis adotadas preservam esses recursos.

Ainda de acordo com Hauresko, Correia e Gomes (2017), a Floresta de Araucárias cobria cerca de 40% do território paranaense, e hoje restam apenas 0,8%, estando localizadas sobretudo em territórios faxinalenses. Para Floriani *et al.* (2019, p. 26), “socialmente apropriada, a floresta ou o bosque nativos comunitários figuram como símbolo da reprodução sociocultural dos modos de vida tradicional e alternativo, que agencia projetos e territorialidades contra-hegemônicos.”

Chang (1988) já na década de 1980 defendia a tese de que os faxinais encontravam-se em processo de desagregação, teoria essa defendida também por outros autores. Para Souza (2009, p. 29) essa é uma “forte tendência de interpretar os faxinais como sobrevivência ou como resquício de situações sociais de épocas pretéritas”. Essas abordagens lineares (início – auge – fim), desconsideram as relações que são construídas histórica e espacialmente, onde diversos fatores explicam a manutenção dos faxinalenses em seus territórios.

As interpretações sobre a desagregação das comunidades faxinais desprezam que essas, assim como toda a sociedade, se modificaram, mas nem por isso os faxinais deixaram de existir. Löwen Sahr e Sahr (2008, p. 161) destacam que

estas sociedades são principalmente aquelas que no passado eram autônomas, semi-autônomas ou periféricas, vivendo a margem da sociedade nacional. Hoje, elas se vêm – face às forças da globalização – num processo de inclusão (mesmo precária) em termos econômicos ao capitalismo, em termos políticos ao Estado, e em termos conceituais às teorizações hegemônicas científicas.

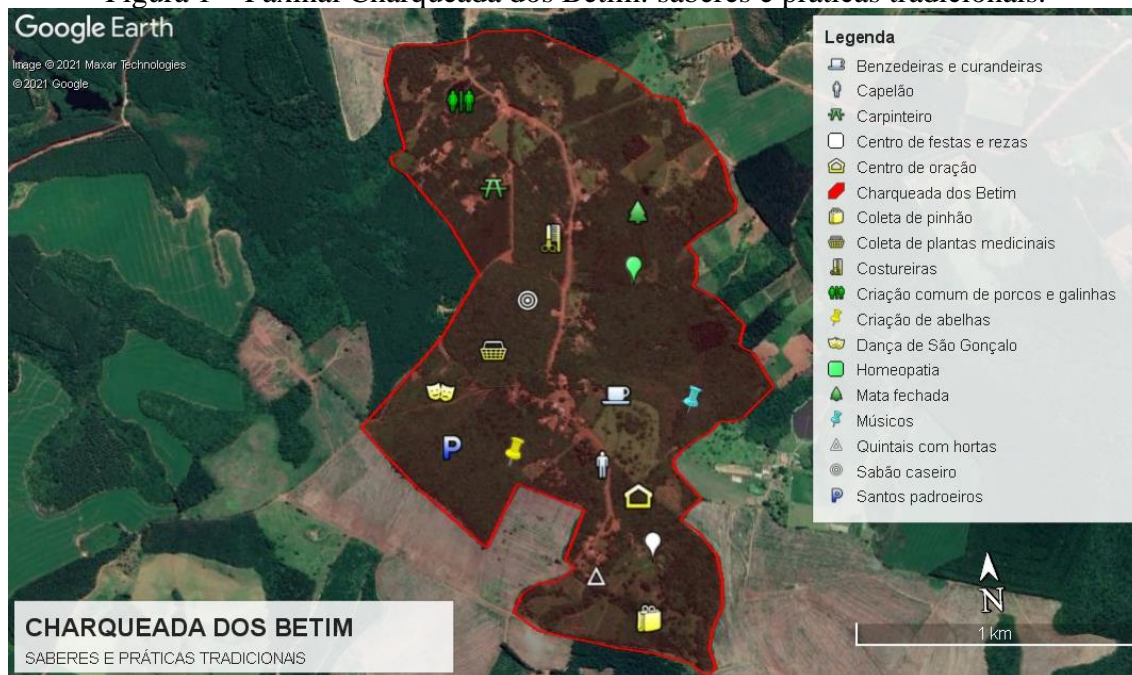
Nesta perspectiva, as relações bioculturais dos faxinalenses, que estão associadas as formas coletivas de vivência, são os pilares para compreendermos a existência das comunidades, sendo estas resultado das resistências empreendidas contra as forças externas que atuam. Essas relações bioculturais, ainda podem ser explicadas pela associação entre as práticas produtivas e as atividades sociais e culturais.

Destaca-se também, dentro das esferas das ações coletivas, as organizações que surgiram no caminhar das lutas faxinalenses pela manutenção de seus territórios e suas territorialidades, com destaque para as organizações no âmbito das comunidades e a criação do movimento social faxinalense em 2005, a Associação dos Povos Faxinalenses (APF).

## **GEOGRAFIAS DO FAXINAL CHARQUEADA DOS BETIM**

Os saberes e práticas bioculturais tradicionais que permeiam o Faxinal Charqueada dos Betim foram identificadas através de metodologia adaptada de Almeida (2008) e Souza (2013), onde os moradores destacaram aspectos culturais, identitários e os saberes e práticas tradicionais que encontram-se presentes na comunidade, com base nos processos vivenciados por eles. Ainda, para elaboração do material cartográfico, utilizou-se o software *Google Earth*<sup>®</sup>, e imagem do próprio sistema com data de 29 de Dezembro de 2019 (Figura 1).

Figura 1 – Faxinal Charqueada dos Betim: saberes e práticas tradicionais.



Elaboração: o autor

Foram destacados pelos faxinalenses dos Betim como saberes e práticas tradicionais presentes na comunidade, a existência de benzedeiras e curandeiras, sendo que essas também estão associadas ao conhecimento e uso de plantas com finalidade medicinal. Em trabalho de Preste (2020), a pesquisadora identificou 50 plantas com finalidade medicinal no Faxinal Charqueada dos Betim, sendo que 60% dessas são nativas.

Referente aos saberes e práticas tradicionais que estão relacionados à religião, a comunidade tem um capelão, assim como os faxinalenses realizam a Dança de São Gonçalo e promovem a festa do Padroeiro (São Francisco de Assis). No faxinal tem a presença de centro de orações e rezas.

Também foi salientado pelos moradores que esses realizam a coleta de pinhão, e ainda destacaram alguns ofícios tradicionais na comunidade, como a presença de carpinteiros, músicos e costureiras. A maior parte das casas possuem hortas em seu entorno, sendo essas compostas por olerícolas, chás, temperos e uma gama de plantas com finalidade medicinal.

Desenvolvem, ainda, a meliponicultura, onde a criação racional das abelhas nativas sem ferrão, tem sido uma importante atividade sob a ótica ambiental, cultural e econômica. E como característica mais peculiar envolta aos faxinais, desenvolvem a criação a solta de animais, principalmente porcos e galinhas, e em menor número os cavalos.

A coletividade presente na criação comunitária de animais também se estende em outras atividades, como é o caso dos mutirões que ocorrem nos auxílios das atividades agrícolas e na organização das festividades religiosas. Ainda, os laços de compadrio se expressam cotidianamente entre os faxinalenses da Charqueada dos Betim.

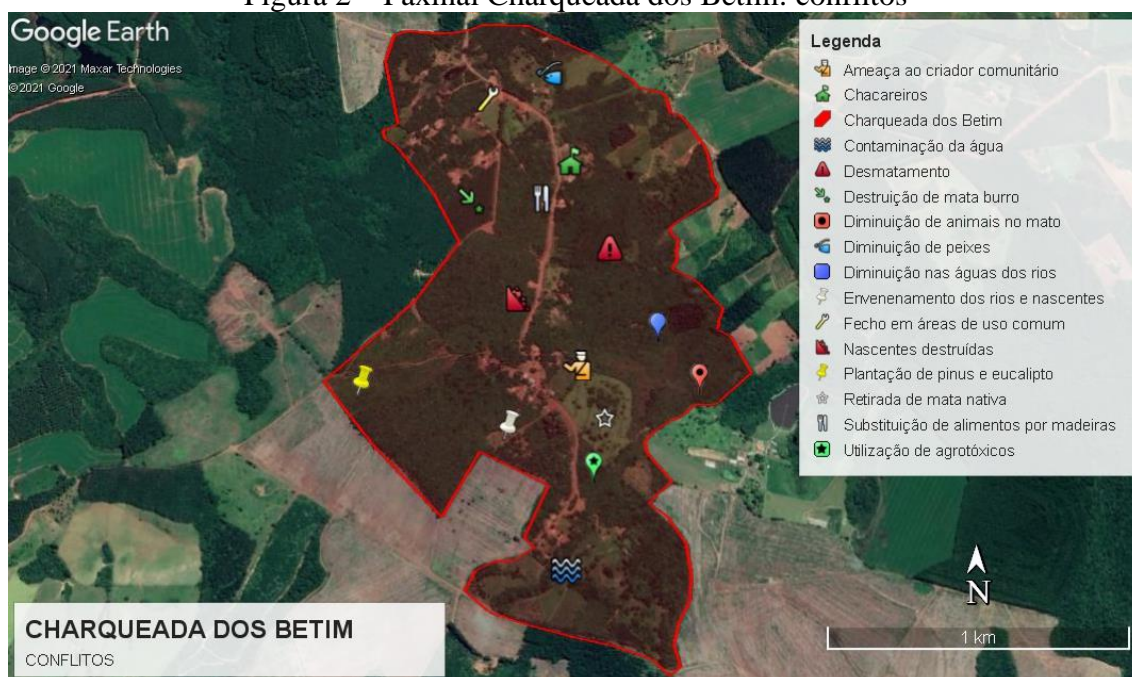
Ao longo desse século e meio de existência, diversas mudanças ocorreram no Faxinal Charqueada dos Betim, sendo relatado pelos faxinalenses que muitas dessas alterações resultaram e ainda resultam em conflitos (Figura 2). Dentre essas, foi comentado sobre famílias que deixaram a comunidade, assim como outras que chegaram,

atividades que deixaram de serem desenvolvidas e propriedades que foram vendidas ou cercadas.

As principais alterações estão relacionadas ao uso do território, onde primeiramente as áreas destinadas ao desenvolvimento da agricultura foram vendidas, sendo que essas eram localizadas ao redor do criadouro, e posteriormente ocorre a venda de parcelas do próprio criadouro comunitário. Os novos proprietários, somados a ocupação do entorno, se tornaram os principais responsáveis pelos conflitos existentes na comunidade, assim como também os problemas socioambientais.

Foi destacado pelos faxinalenses dos Betim como principal conflito, as ameaças ao criador comunitário, visto este ser a centralidade da comunidade, envolto por questões culturais, de identidade e também econômica, pois trata-se de uma importante fonte de renda para boa parte dos moradores da comunidade. Essa ameaça ocorre principalmente pela colocação de fechos e cercas.

Figura 2 – Faxinal Charqueada dos Betim: conflitos



Elaboração: o autor

A colocação de fechos e o cercamento de áreas comum ocorre pelos chacareiros, em sua maior parte famílias urbanas que adquiriram terras no criadouro e instalaram chácaras de lazer, também, proprietários rurais que acoplaram áreas do criadouro em suas terras e desenvolvem reflorestamento de eucalipto, além de herdeiros de antigas famílias faxinalenses, que não se identificam com as tradições de seus antepassados.

Ainda, com relação as ameaças ao criador comunitário, foi recentemente destruído um mata burro, devido ao trânsito frequente de caminhões pesados no interior da comunidade, que atravessam o criadouro comunitário carregados de madeira de reflorestamento.

A respeito dos problemas socioambientais no faxinal, foi destacado a contaminação da água, principalmente devido ao uso de agrotóxicos no entorno da comunidade e desmatamento de árvores nativas em propriedades adquiridas por pessoas externas ao faxinal. Ainda, foi salientado a destruição de nascentes, devido à retirada da mata ciliar e o plantio de árvores exóticas, como o pinus e o eucalipto, no interior do faxinal e nas proximidades da comunidade.

Com relação aos reflorestamentos, esse tem sido um problema frequente para a comunidade, visto que é uma atividade amplamente desenvolvida na região. Os problemas ocorrem devido ao impacto gerado com plantios próximos as nascentes e cursos d'água (inclusive em Áreas de Preservação Permanente), ao rápido e fácil alastramento das sementes de pinus e a substituição no plantio de alimentos por madeiras.

Ainda, os faxinalenses têm a percepção de que ocorre gradativamente a diminuição no número de peixes nos rios e animais no mato.

## **RESISTIR PARA EXISTIR**

O processo de articulação e organização no Faxinal Charqueada dos Betim é bastante recente, ocorrendo a partir de 2019, onde a comunidade tem procurado junto ao poder público seus direitos. Dentre esses, a comunidade tem buscado se enquadrar enquanto ARESUR (Área Especial de Uso Regulamentado), categoria de Unidade de Conservação específica para os faxinais. Como destaque dessa organização, foi criada Lei Municipal (IMBAÚ, 2019) que reconhece os faxinalenses e os seus acordos comunitários do Faxinal Charqueada dos Betim, um importante instrumento jurídico.

Ainda, foi instalada na comunidade uma Unidade de Referência Agroecológica (UR)<sup>1</sup>, que desenvolve atividades de meliponicultura, visando a sustentabilidade ambiental, disseminando a cultura e importante fomento econômico para os faxinalenses. Essa unidade está em fase experimental, mas já está apresentando resultados, inclusive com possibilidade de ampliação que venha a atender outros parceiros faxinalenses.

## **CONSIDERAÇÕES**

Os faxinalenses possuem uma capacidade de organização e trabalho em conjunto muito grande, coletividade essa que é resultado de sua bagagem histórica. As alterações que vem ocorrendo no Faxinal Charqueada dos Betim, se tornaram mais intensas nos últimos 20 anos, devido a pressão ocasionada pelo agronegócio, que sempre esteve presente nas áreas limítrofes ao território tradicionalmente ocupado, e que tem agora atuado no interior do criadouro comunitário, com o cercamento e colocação de fechos em áreas de uso comum.

A organização atual dos faxinalenses é uma forma de resistência, no sentido de manter seu território e suas territorialidades frente, sobretudo, àqueles que atuam no sentido de dismantelar uma série de saberes e práticas tradicionais que foram acumulados ao longo do tempo. Sabemos, pelo histórico de outras comunidades, a importância para a comunidade e, mais ainda, para a cultura de todos, a preservação dos aspectos bioculturais, presentes de maneira bastante significativa no Faxinal Charqueada dos Betim.

---

<sup>1</sup> As Unidades de Referências integram o projeto “NEA – Núcleo de Estudos e Capacitação Sociotécnica em Agroecologia nos Territórios Faxinalenses”, coordenado pelo Grupo de Pesquisa Interconexões, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e conta com financiamento do CNPq.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. W. B. de. (Coord.). **Projeto Nova Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais do Brasil: Faxinalenses do Sul do Brasil**. Fascículo 2: Faxinalenses no Setor Centro do Paraná. Guarapuava/PR: novembro de 2008.

CHANG, Man Yu. **Sistema Faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro-sul do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1988.

FLORIANI, N.; SKEWES, J. C.; RIOS, F. T.; SILVA, A. de A.; HALISKI, A. M.; SHIRAISHI NETO, J. Territorialidades da convivencialidade e o sentirpensar com as florestas comunitárias tradicionais na América Latina. **Seção especial: Diálogos de Saberes Socioambientais: desafios para epistemologias do Sul**, Curitiba, v. 50, p. 21-48, abr. 2019.

HAURESKO, C.; CORREIA, R. de L.; GOMES, M. de F. V. B. A relação entre a conservação ambiental da floresta com araucárias e os sistemas faxinais no Paraná. **Revista Pegada**, Presidente Prudente, v.18, n.1, p. 131-151, abr. 2017.

IMBAÚ. Prefeitura Municipal de Imbaú. Lei nº 640, de 17 de Dezembro de 2019. Dispõe sobre o processo de reconhecimento dos faxinalenses. Diário Oficial do município de Imbaú, Imbaú, 17 dez. 2019. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/prefeitura/pr/imbau>. Acesso em: 10 de Setembro de 2021.

KATUTA, A. M. Ecologia de saberes e geografias das emergências: registros, materiais didáticos, formação inicial e continuada de professores. **Okara: Geografia em Debate**, João Pessoa, v.14, n.2, p. 544-569, 2020.

LÖWEN SAHR, C. L.; SAHR, W. D. Territórios – faxinais – espaços. A problemática “espaço/território” na formação social brasileira. In: SAQUET, M. A.; SPOSITO, E. S. (Orgs.). **Territórios e territorialidades: teorias, processos e conflitos**. São Paulo: Expressão Popular, 2008. p. 143 – 174.

PRESTE, B. L. F. **Farmácia verde: construção de site de plantas medicinais de comunidades tradicionais**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Informática para Internet), Instituto Federal do Paraná, Telêmaco Borba, 2020.

SOUZA, R. M. de. Mapeamento social dos faxinais do Paraná. In: ALMEIDA, A. W. B. DE.; SOUZA, R. M. de. (Orgs.). **Terras de faxinais**. Manaus: Edições da Universidade do Estado do Amazonas, 2009.

SOUZA, R. M. (Org.). **Deserto verde no município de Imbaú**. Núcleo Sul Projeto Nova Cartografia Social/Boletim Informativo. Telêmaco Borba: IFPR, 2013.

## **MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA MICROBACIA DO RIACHO MUTUM, PIAUÍ**

**Francisco Wellington de Araujo Sousa, Helena Vanessa Maria da Silva**

**Resumo:** Na ciência geográfica, os estudos que envolvem o mapeamento das características físicas constituem, em suma, importantes para o entendimento das paisagens de determinada área, fornecendo subsídios para o uso racional dos recursos naturais. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi realizar a caracterização dos aspectos físicos da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, tendo como base, a utilização das geotecnologias. Com uma área de 77,79 km<sup>2</sup>, a microbacia está localizada na região Centro Norte do estado do Piauí. O trabalho foi desenvolvido, seguindo os procedimentos metodológicos de pesquisa bibliográfica, elaboração de mapeamento temático, além de trabalhos de campo. Para compilação dos mapas, foram usadas ferramentas do *software* Qgis 2.18.1. Os resultados apontaram que na microbacia em estudo, há uma predominância da Formação Piauí seguido da Formação Pedra de Fogo. As classes de solos presentes são: os Latossolos Amarelos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários. A microbacia não apresenta grandes altitudes, possuindo terrenos com topografia situada entre 61 a 212 metros, e declividades, predominantemente, planas e suavemente onduladas, sendo que os terrenos intensamente retrabalhados pela drenagem, com presença de morros residuais, abrangem a maior parte da área de estudo.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Planejamento Ambiental. Sistema de Informação Geográfica.

F. W. A. Sousa (  ) Instituto Federal do Piauí, PI, Brasil.  
e-mail: wellingtongeo88@gmail.com.

H. V. M. Silva (  ). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## INTRODUÇÃO

O uso das geotecnologias na análise do espaço geográfico, constituem ferramentas de grande relevância na caracterização socioambiental de determinada área. Com o manuseio dessas ferramentas, pode-se entender como as atividades humanas influenciam na dinâmica espaço temporal do uso do solo.

Cavalcanti (2000) comenta que, a introdução de novas tecnologias aplicadas às pesquisas socioambientais, especialmente aquelas relacionadas aos processadores digitais, como o Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), tratam do estudo e análise do espaço e dos elementos que o compõem, com precisão e agilidade.

Nesse sentido, dada a importância para os estudos socioambientais, as diversas geotecnologias auxiliam na interpretação e representação dos fenômenos que se manifestam no espaço geográfico, “aperfeiçoando os conhecimentos sobre a relação sociedade/natureza” além de possibilitar “a elaboração de projetos de gestão, planos de ordenamentos e reordenamentos territoriais e outras atividades relacionadas diretamente ao estudo do espaço geográfico” (EVANGELISTA; MORAES; SILVA, 2017, p. 156).

Desse modo, as informações obtidas por meio das geotecnologias também auxiliam quanto ao planejamento do uso racional dos recursos naturais (BATISTA; SILVA; SANTOS, 2010). De acordo com Rosa (2005, p. 81), as geotecnologias compreendem “um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”.

Portanto, a utilização das geotecnologias no mapeamento e caracterização dos aspectos biofísicos de determinada área, constituem-se procedimentos importantes no contexto da análise da paisagem, especialmente nos estudos que envolvem bacias hidrográficas. Silva, Rocha e Aquino (2016) destacam que, estas ferramentas facilitam os programas de planejamento ambiental e gestão mais eficiente dos recursos hídricos, tendo em vista que, as informações estruturadas em banco de dados podem ser avaliadas de maneira instantânea e sistemática.

Nessa perspectiva, o objetivo dessa pesquisa foi realizar a caracterização dos aspectos físicos da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, tendo como base a utilização das geotecnologias. A importância do estudo, justifica-se pelo fornecimento de dados científicos sobre as características físicas da microbacia, subsidiando uma melhor ocupação e uso dos recursos naturais, nela, presentes, tendo em vista o aparecimento de diversos problemas ambientais desta microbacia, devido a ocupação desordenada, associada ao desmatamento e erosão que tem crescido nos últimos 15 anos. Além disso, a pesquisa apresenta informações relevantes que servirão de base para estudos futuros com foco em outras temáticas, visando o planejamento ambiental da área.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo dos elementos naturais no contexto das bacias hidrográficas é de fundamental importância para a compreensão das relações que são estabelecidas entre homem e meio ambiente, sendo que, ultimamente, tem-se intensificado no espaço geográfico essas inter-relações. Conforme destaca Evangelista (2009), grande parte dos danos ambientais causados na superfície terrestre ocorrem nas bacias hidrográficas, logo, o estudo dessas unidades sistêmicas se mostram necessários para compreender essas interferências.

Ao corroborar com a discussão, Sousa, Araújo e Lima (2018) comentam que, a partir da análise da paisagem de uma bacia hidrográfica, pode-se compreender de forma



integrada as ações humanas sobre o ambiente e os possíveis desequilíbrios no ciclo hidrológico, pois esta unidade espacial funciona como um elemento relevante no contexto do planejamento ambiental, ao verificar de forma conjunta as condições naturais e as atividades humanas nela desenvolvidas (BOTELHO; SILVA, 2007; CUNHA; GUERRA, 2006).

Nesse bojo, a importância das bacias hidrográficas como unidade de pesquisa e de planejamento, justifica-se pela possibilidade de visualização mais concreta das inter-relações dos componentes do meio físico, biológico e humano, principalmente, tratando-se dos aspectos climáticos, a litologia, o relevo, solos, vegetação e uso da terra (ROSS; DEL PRETE, 1998).

Nessa discussão, é essencial compreender o conceito de bacia hidrográfica. Conforme Christofletti (1981) as redes hidrográficas constituem sistemas dinâmicos, compostos por agentes bióticos e abióticos, e a relação destes, ocasiona alterações diretas e indiretas na velocidade, volume, capacidade e competências do rio. Segundo Coelho Neto (2007, p. 97), a bacia hidrográfica corresponde “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial”.

No contexto em questão, deve-se entender também conceitos relacionados à microbacia hidrográfica, embora ainda no campo científico exista uma variedade de autores que abordam uma definição, observa-se ainda a falta de um consenso sobre o tamanho de sua área territorial.

Botelho (1999) colabora nesse sentido ao destacar que, a microbacia hidrográfica necessita abranger uma área suficientemente grande, onde possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos que caracterizam seu quadro socioambiental, mas que seja pequena o bastante para estar compatível com recursos disponíveis, pensando, desse modo, na sua conservação e planejamento.

Dessa maneira, Teodoro *et. al.* (2007) colocam que, na delimitação de uma microbacia podem ser adotados critérios como unidades de medida, critérios hidrológicos e/ou ecológicos. Ainda conforme os autores, além de sua superfície total, admitem-se também aspectos hidrológicos na definição de uma microbacia, ao considerar os fatores dominantes na geração de deflúvio, onde as microbacias se distinguem por sua grande sensibilidade tanto às chuvas de alta intensidade (curta duração), como ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Logo, as chuvas intensas e supostas modificações no solo, serão observadas com mais sensibilidade nas microbacias que nas grandes bacias.

Segundo Faustino (1996) citado por Teodoro *et. al.* (2007), uma microbacia hidrográfica possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia. O autor ainda coloca que, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km<sup>2</sup>.

Nessa abordagem, Botelho (1999) comenta que, as definições de bacias e microbacias hidrográficas são bem semelhantes, inibindo a criação de um conceito específico para a microbacia.

## **METODOLOGIA**

Para a realização e confecção do mapeamento temático, utilizou-se um conjunto de dados matriciais e vetoriais, a saber: arquivos *raster* SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), obtidos de forma gratuita no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

(INPE) Brasil Topodata; *shapefiles* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

Em relação aos procedimentos de mapeamento, destaca-se que, inicialmente, foi feito a delimitação da microbacia hidrográfica e sua respectiva rede de drenagem, obtido por meio de processamento dos dados SRTM, utilizando o *plugin r.watershed* do software QGis versão livre 2.18.1. Os arquivos SRTM, consistem na folha 05S435ZN no formato *geotiff*, 32 bits. Também foram utilizados dados da ANA, que compreende os arquivos da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.

A base cartográfica e os elementos fisiográficos da microbacia referentes à geologia e à pedologia, tiveram por base os dados do Projeto RADAMBRASIL, que foram atualizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) em escala de 1:250.000.

A confecção do mapa de hipsometria e declividade, consistiram no processamento do SRTM. Realizou-se, primeiro, o recorte da área de estudo através das ferramentas *Raster > Extrair > Recorte*, utilizando como arquivo de entrada a imagem SRTM. O passo seguinte, consistiu-se em reprojetar o arquivo para o sistema *Universal Transversal de Mercator* (UTM) por meio das ferramentas “*Raster > Projeções > Reprojetar*”. Após esse procedimento, efetuou-se a classificação dos valores de altitude, considerando o intervalo de 30 metros.

Com as informações do Modelo Digital de Elevação (MDE) delimitadas no *software*, foi desenvolvido em seguida a aplicação do relevo sombreado, através das ferramentas “*Raster > Análise > MDE*” para uma melhor representação das classes de altitude no mapa gerado.

O mapa de declividade foi desenvolvido a partir das ferramentas “*Raster > Análise > MDE*”. Em seguida, executou-se a delimitação de 4 classes que variam de plano a forte ondulado, tendo como referência as classes definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

Os mapas gerados tiveram como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), projeção UTM Zona 23 Sul. Todo o mapeamento cartográfico foi realizado através do *software* QGis. Vale ressaltar que, a escala cartográfica adotada foi de 1:90.000.

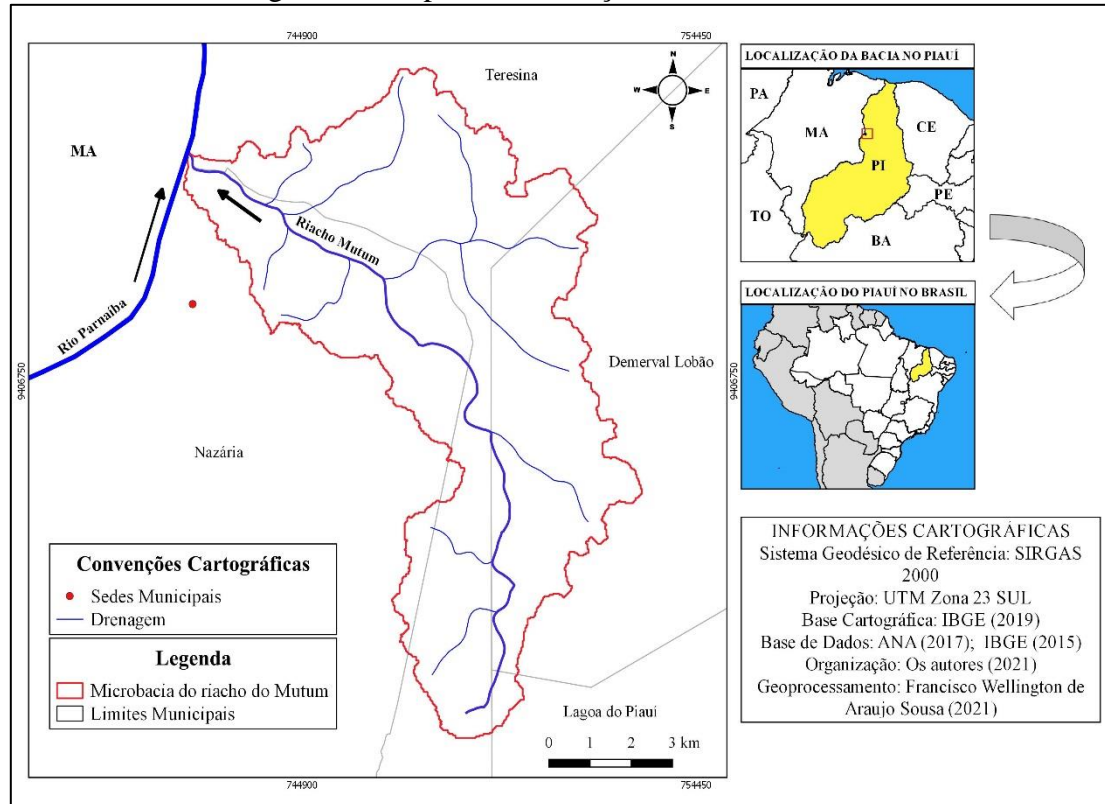
No que concerne aos trabalhos de campo, esta etapa ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2020, e março e abril de 2021, em áreas rurais e urbanas da área territorial da microbacia. Foi feito análises especialmente ao longo do riacho Mutum, observando sua paisagem e os elementos que caracterizam a microbacia.

Deve-se ressaltar que a pesquisa de campo foi essencial para verificar *in loco* os aspectos físicos que foram mapeados, tendo como materiais de apoio, celular *smartphone* para registro fotográfico, fichas de análise e mapas da área.

## Área de estudo

A pesquisa em questão, ocorreu na microbacia do riacho Mutum, com área de 77,79 km<sup>2</sup> (LIMA, 2013), localizada na Região Geográfica Imediata Teresina (IBGE, 2017). Essa bacia engloba parte dos municípios de Teresina, Demerval Lobão, Nazária e Lagoa do Piauí, conforme se observa no mapa da Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019). Organizado pelos autores

O riacho do Mutum, tem sua nascente localizada na zona rural do município de Teresina, capital do Estado do Piauí, a uma altitude de 140 metros (LIMA, 2013). Possui uma extensão de aproximadamente 19,19 km, e apresenta direção geral no sentido sul-noroeste, desaguando no rio Parnaíba, na localidade Sumaré, no limite dos municípios de Nazária e Teresina. A seguir, serão apresentadas as características físicas da área de estudo que foram mapeadas.

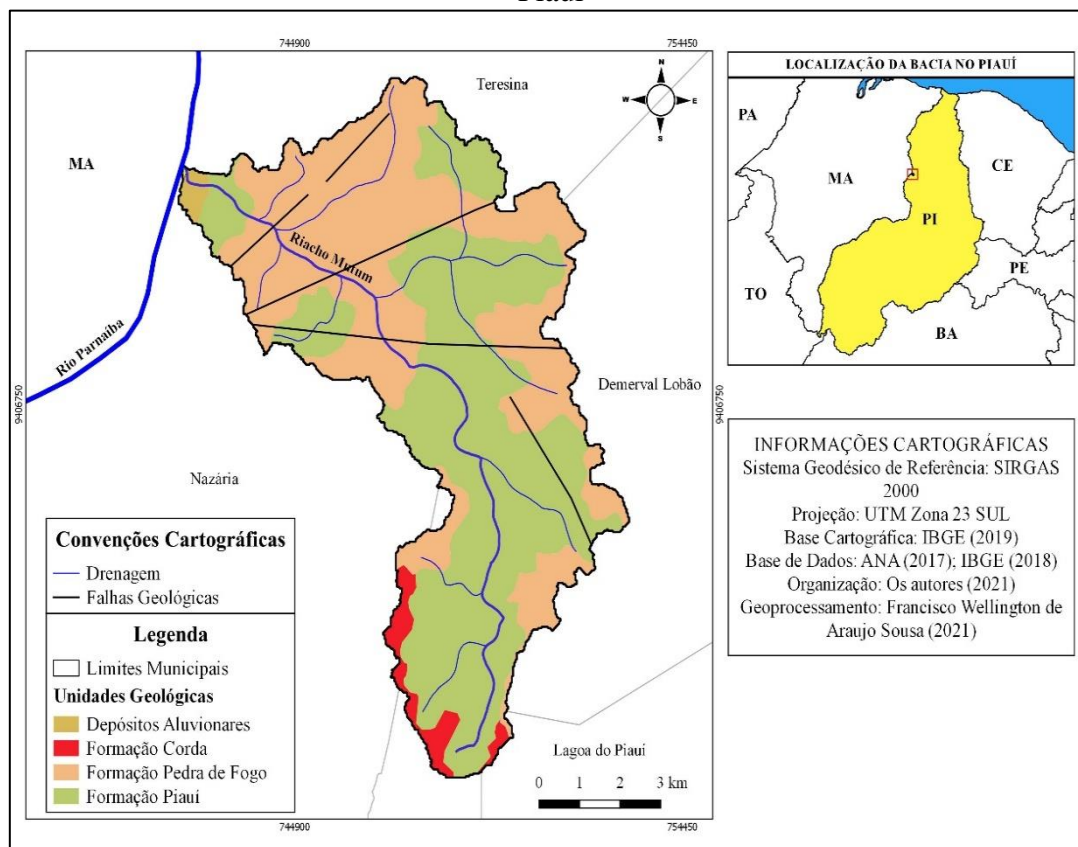
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geologia da microbacia do riacho do Mutum, é caracterizada pelas coberturas sedimentares Paleozoicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, assim como há ocorrência de rochas sedimentares datadas do Mesozoico e dos depósitos recentes da era Cenozóica, como se observa no mapa da Figura 2.

Na base, tem-se a Formação Piauí (Figura 3), pertencente ao Grupo Balsas, que foi depositada no Carbonífero Superior. De acordo com Lima e Brandão (2010, p. 21),

contém em sua parte superior uma sequência continental de folhelhos e argilitos, de cor avermelhada, localmente com calcários. Em sua seção inferior, predominam bancos espessos de arenitos finos a médios, homogêneos, pouco argilosos e de cor róseo-avermelhada. Seu conteúdo fossilífero, de macro e microfósseis, permite posicioná-la no Pensilvaniano (Vestfaliano/Estefaniano).

Figura 2 - Mapa de unidades geológicas da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, Piauí



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018; 2019). Organizado pelos autores

Figura 3 – Fotografia que destaca arenitos da Formação Piauí



Fonte: Francisco Wellington (abril de 2021).

A Formação Pedra de Fogo (Figura 4), aparece em seguida, depositada no início do Permiano, “essa formação apresenta arenitos inferiores eólicos e arenitos superiores litorâneos, ocorrendo, ainda, folhelhos e arenitos depositados em planície de mare”.

Ocorrem, também, intercalações de calcários, silixitos e evaporitos (LIMA; BRANDÃO, 2010, p. 21).

Figura 4 – Fotografia que destaca arenitos e folhelhos da Formação Pedra de Fogo



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

Em seguida, a denominada Formação Corda (Grupo Mearim), que é constituída por arenitos avermelhados e arroxeados, argilosos, granulação fina a média, com níveis de folhelhos e siltitos geralmente cinza-escuros. Conforme Campelo (2010, p. 75), essa formação foi “originada no final do Triássico, [...] depositada sob regime continental desértico, aflorando ao sul e sudoeste da microbacia. Está assentada sobre paleodepressões dos diabásios, os quais funcionam como assoalho dessa unidade. E lhe é atribuída idade cretácea por relações litoestratigráficas (LIMA; LEITE, 1978).

Por fim, observa-se as camadas mais recentes na área de estudo. Datada do Período Quaternário, os Depósitos Aluvionares são formados por sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos (cascalho e lateritos), provenientes da erosão/decomposição das rochas sedimentares das formações geológicas da área.

Os níveis hipsométricos da área de estudo, apresentam variações entre 61 metros a 212 metros, com amplitude de 151 m. Os maiores registros de altimetria que ficam acima dos 151 metros até 212 metros estão localizados na parte Sul da microbacia, precisamente nas áreas de morro (Figura 5), com tendência ao arredondamento (LIMA; AUGUSTIN, 2011).

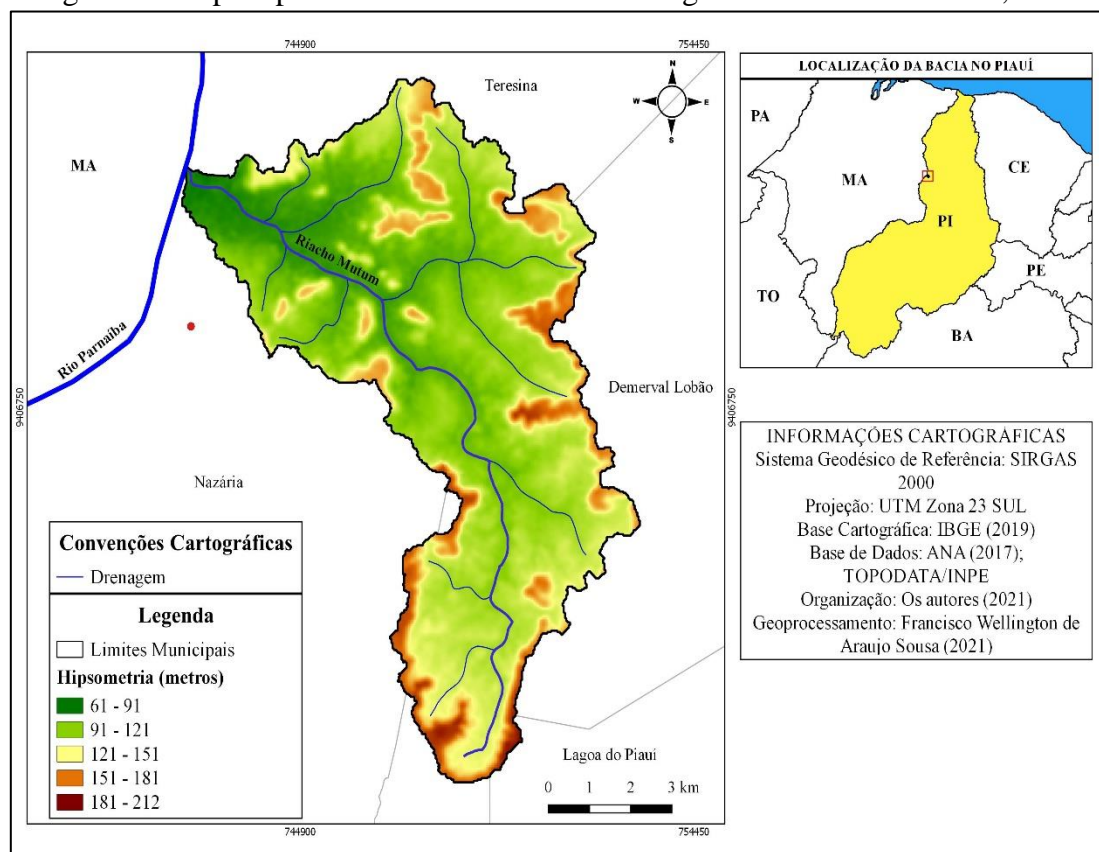
A maior parte da microbacia, é caracterizada por altitudes situadas entre 91 a 151 metros, representando um total de 69,54% de sua área, correspondendo aos terrenos que foram intensamente retrabalhados pela drenagem (LIMA; AUGUSTIN, 2011), com predomínio de terrenos planos. A Figura 6 apresenta o mapa de hipsometria da microbacia em estudo.

Figura 5 – Morro com altitude entre 150 a 180 metros na zona rural de Nazária, PI



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

Figura 6 - Mapa hipsométrico da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, Piauí



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2019); TOPODATA/INPE.  
Organizado pelos autores

A respeito das características de declividade, as áreas de relevo plano compreendem aquelas que apresentam declividade de 0-3 %, enquanto nas áreas com relevo ondulado, as declividades ficaram acima de 8% chegando até 20%. Desse modo,

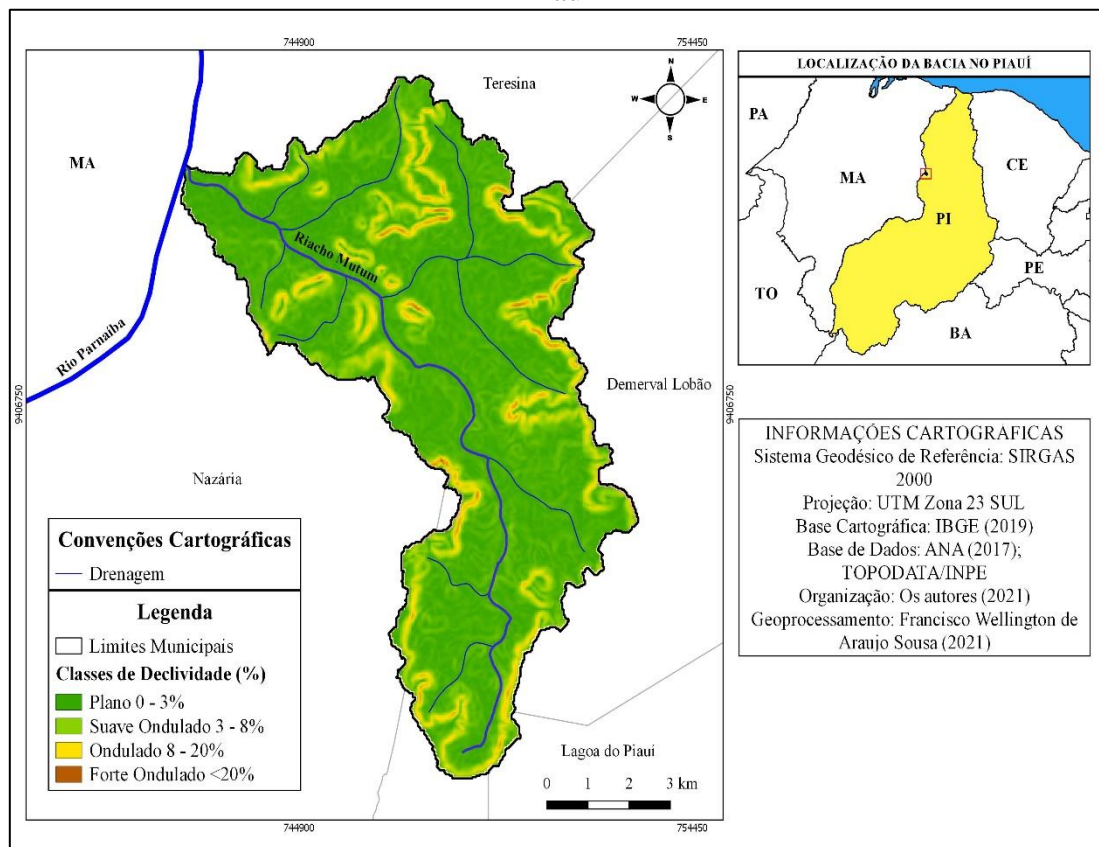
com base nos dados gerados pelo mapeamento, verificou-se que a maior parte do relevo possui declividades com características planas (Figura 7), representando 60,13 % do total da área de estudo. A Figura 8 mostra o mapa clinográfico da microbacia do riacho Mutum.

Figura 7 – Área de planície com pastagem na zona rural de Demerval Lobão, PI



Fonte: Francisco Wellington (outubro de 2020).

Figura 8 - Mapa de classes de declividade da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, Piauí



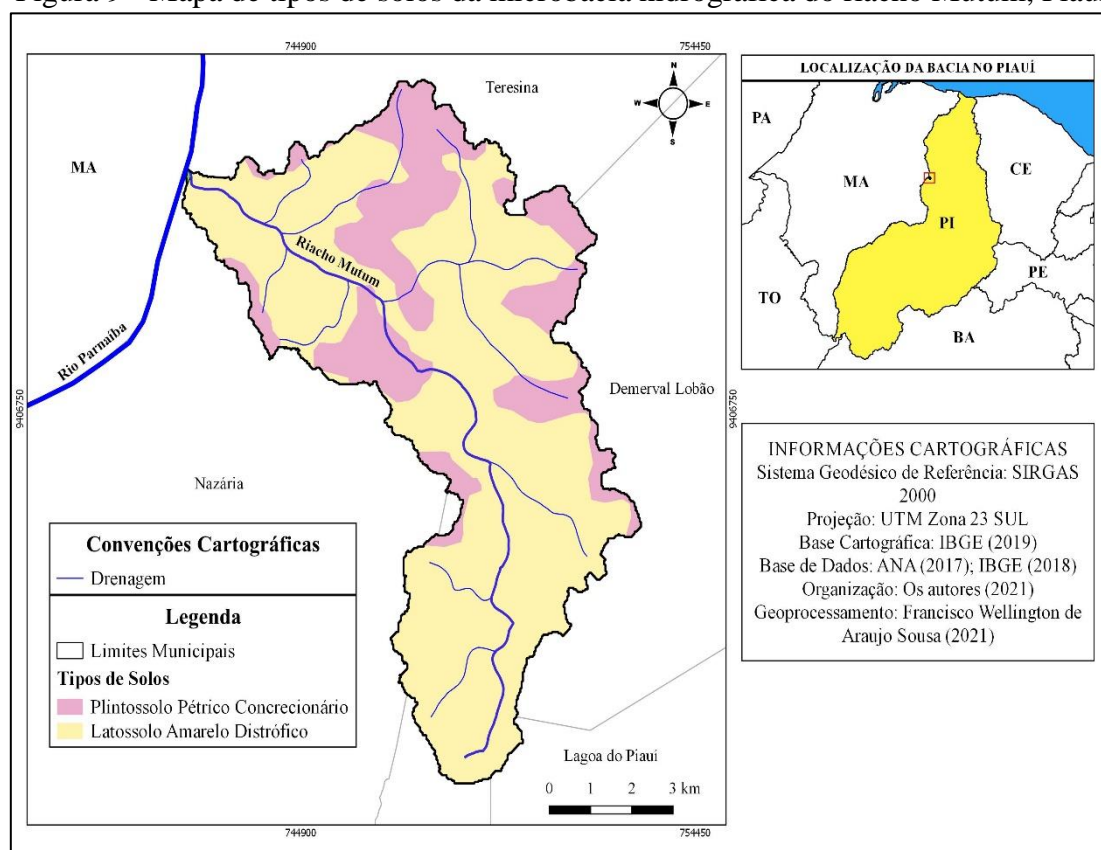
Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2019); TOPODATA/INPE.  
 Organizado pelos autores

Por sua vez, quanto aos aspectos pedológicos, identificou-se conforme o Mapa de Solos, dois tipos de solos na microbacia estudada (IBGE, 2018): Latossolo Amarelo Distrófico e Plintossolo Pétrico Concrecionário. O mapa da Figura 9 destaca os solos da área de estudo.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007), os Latossolos Amarelos Distróficos são solos profundos, de coloração amarelada, perfis muito homogêneos, com boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria. A cor amarelada é uniforme em profundidade, o que também ocorre com o teor de argila.

Os Plintossolos Pétrico Concrecionário, são solos que apresentam ocorrência de material petroplíntico descontínuo (forma de concreções ou nódulos) em quantidade e/ou espessura inferiores às requeridas para horizonte concrecionário, em um ou mais horizontes em alguma parte da seção de controle que define na classe. Para esta caracterização, é requerida uma quantidade mínima de 5% em volume. “Os Plintossolos Pétricos (Solos Concrecionários ou Concrecionários Lateríticos), geralmente de melhor drenagem, caracterizam-se pela presença no perfil dos horizontes diagnósticos concrecionário e/ou litoplíntico” (IBGE, 2007, p. 303).

Figura 9 - Mapa de tipos de solos da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, Piauí



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018; 2019). Organizado pelos autores

No que se refere aos aspectos da vegetação, a microbacia do riacho Mutum está localizada em uma área de transição entre a vegetação de Cerrado e a Mata dos Cocais. A vegetação de Cerrado é identificada, principalmente, nas áreas de altitude mais elevadas, como nos morros e muitas vezes associadas com a vegetação de palmeiras em terrenos mais planos. Entre as espécies do Cerrado encontradas na área da microbacia,



estão: a faveira de bolota (*Parkia platycephala Benth*) e pequizeiro (*Caryocar brasiliense camb.*). A Figura 10 destaca a espécie faveira de bolota.

Figura 10 – Faveira de bolota no município de Nazária, PI



Fonte: Francisco Wellington (março de 2021).

A mata de cocais tem como característica, a presença de palmeiras ao longo dos vales do riacho Mutum, com predominância do babaçu (*Attalea speciosa*) e carnaúba (*Copernicia prunifera*), mas também podem ser encontrados o tucum (*Bactris setosa Mart.*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*), esta última espécie, é identificada, especialmente, nas áreas de terrenos alagáveis e brejos do riacho, situadas nas proximidades da nascente do principal curso de água dessa microbacia. A Figura 11 mostra alguns babaçus na área da microbacia.

Figura 11 – Babaçuais no município de Demerval Lobão, PI



Fonte: Francisco Wellington (abril de 2021).

## CONCLUSÃO

A partir dos dados apresentados, baseado no mapeamento realizado, no levantamento teórico e nas análises de campo, constatou-se que a microbacia do riacho Mutum está assentada sobre coberturas sedimentares, com predominância da Formação Piauí, unidade geológica da Bacia do Parnaíba datada do Carbonífero. Sobre as características geomorfológicas, a área em estudo não apresenta grandes altitudes, pois apresenta topografia situada entre 61 a 212 metros, e a declividade se caracteriza, em sua maior parte, por um relevo plano e suave ondulado.

Portanto, o levantamento de informações, análise e integração de dados com o uso das geotecnologias, torna-se uma necessidade constante, no sentido de se realizar um planejamento socioambiental eficiente, a partir de um diagnóstico criterioso da microbacia estudada, o que inclui os dados referentes aos elementos físicos.

## REFERÊNCIAS

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba**. Brasília: geonetwork, 2017. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- BATISTA, J. L. O.; SILVA, A. de B.; SANTOS, R. L. Procedimentos metodológicos para o mapeamento da cobertura e uso do solo da carta SC-24-Z-C-I-3, utilizando geotecnologia. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO*, 3, Recife, PE, 2010. **Anais...** Recife, PE, 2010.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153-192.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. *In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.
- CAMPELO, F. Potencialidade hidrogeológica do estado do Piauí. *In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. de M.; BRANDÃO, R. L. (Org.). Geodiversidade do estado do Piauí*. Recife: CPRM, 2010, p. 73-76.
- CAVALCANTI, A. P. B. **Geoprocessamento**. Teresina: Edição do autor, 2000.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981, v. 1.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. *In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 337-379.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...**Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EVANGELISTA, A. M.; MORAES, M. V. R.; SILVA, C. V. R. Os usos e aplicações do Google Earth como recurso didático no ensino de Geografia. **Revista PerCursos**, Florianópolis, v. 18, n.38, p. 152 - 166, set./dez. 2017.

EVANGELISTA, F. S. M. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Mucambinho-CE**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: 2ª edição, 2007.

IBGE. **Base de Dados da Folha SB.23 Teresina**. INDE. Catálogo de metadados 2014. Disponível em: <http://www.inde.gov.br/geo-servicos/catalogo-de-metadados>. Acesso em: 15 mai. 2020.

IBGE. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. **Malha municipal e estadual digital do Brasil: situação em 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/](ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/). Acesso em: 04 abr. 2020.

LIMA, E. A. M.; BRANDÃO, R. L. Geologia. In: PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda; BRANDÃO, Ricardo de Lima (Org.). **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010, p. 17-24.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J.F. **Projeto Estudo Global da Bacia Sedimentar do Parnaíba**. Recife: DNPM/CPRM, 1978.

LIMA, I. M. M. F. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. 309f., 2013. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, MG, 2013.

LIMA, I. M. M. F.; AUGUSTIN, C. H. R. R. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. In: IX Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - ENANPEGE, 2011, Goiânia - GO. **Anais...** IX Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - ENANPEGE, 2011. v. 1. p. 1-15.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**. São Paulo, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 12, p. 89-121, 1998.

SILVA, F. J. L. T.; ROCHA, D. F.; AQUINO, C. M. S. Geografia, Geotecnologias e as novas tendências da geoinformação: indicação de estudos realizados na região Nordeste. **InterEspaço**, Grajaú/MA, v. 2, n. 6, p. 176-197, mai./ago. 2016.

SOUSA, F.W.A.; ARAUJO, G. L.; LIMA, I. M. M. F. Rio Guaribas: relações entre o ambiente fluvial e o urbano, no trecho da cidade de Picos, PI. *In*: I. M. M. F. L.; E. M. C. B.; B. R. V. S.; E. A. F.; H. K. B. N. e S. R. C. T. S. (Org.). **E-Book do Ciclo de Estudos em Geografia, Análise Ambiental e Educação**: Abordagens contemporâneas para o Estudo e Ensino da Geografia e Meio Ambiente. 1 ed. Teresina: GAAE/NEZCPI, 2018, v. 1, p. 117-125.

TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, p. 137-156, 2007.

Capítulo 31

## **“RIO GRANDE” – UM ESTUDO DE CASO PARA SUSTENTABILIDADE EM RIO GRANDE DA SERRA NO GRANDE ABC PAULISTA**


**Marcos Scarpioni, Ana Lúcia Avelar Spinela Vaz de Alcântara, Marcos Alcântara Marinho**

**Resumo:** O corpo hídrico “Rio Grande” na cidade de Rio Grande da Serra – SP, vem sendo impactado com lançamento de esgoto *in natura*, e mais recentemente, pelas obras de transposição de suas águas para o abastecimento da grande metrópole de São Paulo. O estudo de caso pauta-se pelas técnicas parametrizadas de coletas de água no Rio Grande, análise físico e química, observação empírica da mata ciliar, além de, relatos de moradores locais. Embasados na resolução Conama n. 357/2005, estrutura-se um *baseline* (indicadores de qualidade) criando uma cultura de inspeção, monitoramento para a compreensão da dinâmica do corpo hídrico. Preliminarmente conclui-se que o “Rio Grande” tem perdido paulatinamente a sua qualidade ambiental nos últimos 10 anos, com perdas em paisagens e beleza cênica, comprometimento dos serviços ecossistêmicos e pelo potencial de contaminação aos usuários (pescadores) e a população local em geral.

**Palavras-Chave:** Perturbações. Impactos Ambientais. Serviços Ecossistêmicos. Ecologia Urbana.

M. SCARPIONI (  ). Faculdade Venda Nova do Imigrante, São Paulo – SP, Brasil.  
e-mail: scarpionim@gmail.com

A. L. A. S. V. de ALCÂNTARA (  ). Faculdade Venda Nova do Imigrante, São Paulo – SP, Brasil.

M. A. MARINHO (  ). Instituto Causambientalis. São Paulo – SP, Brasil

© Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). *Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas*. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.

## **INTRODUÇÃO**

Os recursos naturais estão em constante processo de transformação, seja pelas ações do intemperismo físico, químico e demais atividades biológicas - causas naturais - seja pelas ações antrópicas geradas pelas necessidades, vontades e escolhas advindas da sociedade em geral.

Em meio a este contexto, os corpos hídricos que permeiam nossas cidades contribuem, promovem vários serviços ecossistêmicos que permitem a sustentabilidade humana e sustentabilidade ambiental, contribuindo e influenciando diretamente na qualidade ambiental e social da coletividade pública em uma determinada localidade e/ou região conforme estudos demonstrados por Tucci (2005); Miller Jr. (2008).

Por isso, conforme Dos Anjos (2017) a má utilização e gestão dos corpos hídricos impossibilitam que a cidade se torne mais agradável na percepção dos cidadãos, logo a degradação desses corpos advinda com o crescimento desordenado da cidade, causam riscos e desfavorece as pessoas mais vulneráveis socioambientalmente. Dessa forma perde-se ainda vínculos da sociedade com a natureza e com a qualidade local.

Por isto, tais recursos naturais e serviços ecossistêmicos podem, precisam e devem ser conservados, e em muitos casos preservados por meio de ações mitigadoras sobre os impactos negativos, o que deveras exige uma gestão ambiental urbana implantada no município e/ou cidade de maneira eficaz, eficiente, efetiva, afinal, pois de acordo com Tucci (2005) a atuação preventiva no desenvolvimento urbano reduz os custos da solução de problemas relacionados à água.

Diante disto, nosso estudo de caso e também pesquisa em desenvolvimento, trata-se de um monitoramento da qualidade da água no corpo hídrico Rio Grande, localizado na cidade de Rio Grande da Serra, na região do Grande ABC – SP.

### **Objetivos**

Por conseguinte, delineamos como objetivo geral: O monitoramento da qualidade de um determinado trecho da bacia Rio Grande e de suas microbacias tributárias (p. ex. Ribeirão da Estiva) na faixa longitudinal de 1 Km aproximadamente (SCARPIONI; ALCÂNTRA; MARINHO, 2021). E mais, como objetivos específicos elencamos: a) Sistematizar informações sobre os impactos ambientais no corpo hídrico b) Diagnosticar a qualidade da água neste determinado trecho do corpo hídrico na cidade de Rio Grande da Serra; c) Registrar a qualidade de água neste trecho do Rio Grande e em suas microbacias tributárias por meio de indicadores, e ainda, de microbacias tributárias limítrofes entre as cidades de Ribeirão Pires, Santo André e Suzano na sequência e em instantes oportunos; d) Criar uma cultura de monitoramento local da qualidade ambiental do Rio Grande.

### **Justificativa**

Nossa pesquisa se justifica pela escassez de estudos realizados no que tange a qualidade ambiental específica do corpo hídrico Rio Grande e suas relações com a saúde da coletividade pública. Tal estudo se caracterizando como um processo inovador em relação a outros estudos técnicos realizados por outras instituições públicas e/ou privadas, bem como na observação empírica da dinâmica hídrica direcionada a este corpo hídrico na cidade de Rio Grande da Serra. Afinal, Dos Anjos (2017, p. 126) conclui que o Comitê [de Bacias] limita-se ao entendimento físico e não social dos benefícios alcançados com a melhoria das águas”, o que para nosso estudo é deverás relevante.

Embora existam estudos realizados pelas instituições contratadas e/ou que compõe a administração pública indireta, os dados gerenciados e disponibilizados na forma de relatórios pelas Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), pela Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (Emae), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), além de, outras fontes de dados e informações disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (FSeade), esses servem relativamente como uma base de dados para consultas, comparações, interpretações, etc.

Logo, tais estudos sejam considerados para o poder público como abrangentes, estratégicos para a prestação de serviços (SINIS, 2020), esses trazem consigo, generalidades e limitações relativas, não sendo suficientes para demonstrar especificidades e os reais impactos socioambientais diretos que vem e/ou estão ocorrendo no Rio Grande, o qual perpassa o território de Rio Grande da Serra no Grande ABC Paulista.

Nem mesmo as informações de tais estudos estão deveras acessíveis para todos os moradores(as), haja vista, que determinados termos técnicos podem causar incômodo, barreiras para sua interpretação por aqueles com menor grau de escolaridade. E ainda são incipientes os estudos na própria região quando se trata de registros diretos dos indicadores da qualidade ambiental dos corpos hídricos locais e nos limites das cidades vizinhas, embora, já identifica-se experiências de verificação do índice da qualidade de água (IQA) efetivadas em microbacias em outros pontos em outro tipo de corpo hídrico como é o caso do córrego da figueira (SOS MATA ATLÂNICA, 2019), notamos que as verificações são esporádicas, sem uma continuidade como está proposto neste projeto, o que influencia na composição de dados divulgados pela própria instituição.

Logo, este trabalho busca inovar quanto a gestão ambiental urbana do recurso hídrico local, por sua continuidade, abrangência de pontos com classificação de qualidade de água variadas, subsidiando e suplementando desta maneira a materialização da política municipal de saneamento básico, haja vista, que está previsto na política municipal de meio ambiente em seu art. 17, § 1º a participação da sociedade civil na gestão da qualidade do meio ambiente por meio de outras modalidades de estudos, que por sua vez, precisa, deve efetivar o exercício do controle social (PMRGS, 2019) e complementando ainda a política estadual de saneamento básico.

Com a pesquisa busca-se oportunizar e reafirmar os compromissos e propostas da sociedade civil apresentadas e recepcionadas em agosto de 2021 no Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) para a gestão 2021-2023, no qual se afirma que em face da crise climática, da proteção e recuperação de mananciais, do saneamento, desenvolvimento urbano e meio ambiente respectivamente se faz necessário:

**Aprimorar o monitoramento hídrico quali-quantitativo, com acompanhamento e divulgação permanente da situação dos reservatórios de todos os mananciais; Solicitar informações periódicas dos prestadores de serviços de saneamento sobre os lançamentos de esgotos, in natura ou fora dos parâmetros legais, nos reservatórios das áreas de mananciais; Garantir a transparência de informações por meio de relatórios anuais sobre a qualidade ambiental dos Reservatórios previstos nas APRMs, com especificações sobre a produção de água, do ecossistema, a qualidade das águas e a capacidade de reservação; Promover diálogo permanente com municípios no planejamento e nas políticas de controle e uso do solo, harmonizando-as com o Plano da Bacia, as Leis de APRMs, e a Lei do SNUC, com a participação dos respectivos Subcomitês; Promover debates sobre o saneamento básico; Defender a preservação ambiental das áreas vegetadas (CBH - AT, 2021, grifo nosso).**

O Rio Grande no contexto da sustentabilidade humana também guarda relações importantes com acordos internacionais como é o caso da Agenda<sup>1</sup> 2030. A Agenda é um compromisso com a sustentabilidade planetária, mas também local, proposta pela Organização da Nações Unidas. Nesta está o incentivo a construção de um legado originado ainda nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os quais se desdobraram em 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), portanto, uma continuidade dada pelo avanço e nas buscas das metas que os ODM não concluíram e/ou não conseguiram alcançar entre os anos de 2000-2015.

Por conseguinte, para implementar a Agenda 2030 se faz necessário assumir responsabilidades e compromissos com a implantação de indicadores de qualidade sociais, ambientais e econômicos, fatores que comporão as metas a serem atingidas. Todavia, cabe ressaltar que a ONU (2015) afirma que os “ODS e metas são integrados e indivisíveis, de natureza global e universalmente aplicáveis, tendo em conta as diferentes realidades, capacidades e níveis de desenvolvimento nacionais e respeitando as políticas e prioridades nacionais”, logo estaria aí a oportunidade de abordar os indicadores e difundir a Agenda 2030 que aborda a gestão dos recursos hídricos por meio de um monitoramento da qualidade das águas do Rio Grande.

Por fim, nossa pesquisa visa contribuir ainda, na implementação da Agenda 2030 (Enap, 2018) em nossa cidade e região, afinal, estamos na década da implementação desta agenda que trata em um dos seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de n. 6 (ODS 6) a questão de gestão das águas, portanto, entendemos ser esta uma questão atual e um dos grandes motes das práticas interdisciplinares de sustentabilidade para nossa cidade.

## **METODOLOGIA**

Por se tratar de um estudo de caso<sup>2</sup> (Yin, 2004), servimo-nos dos procedimentos metodológicos de consulta de legislações ambientais, relatórios e documentos oficiais sobre hidrologia que estão disponíveis pelos órgãos públicos e demais trabalhos científicos (artigos) difusos em periódicos e teses e dissertações nas principais bases de dados como: Scielo, Banco de Teses USP, Periódicos da Capes, jornais locais e regionais, entre outras. Também, de observações empíricas do corpo hídrico, coletas de amostras de água para análise e registros fotográficos nos pontos pré-definidos.

---

<sup>1</sup> Portanto, a Agenda 2030 é composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com 169 metas e mais de 240 indicadores, logo é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, visando fortalecer a paz universal com mais liberdade, e para tanto, buscar parcerias para desenvolvimento sustentável (ACT Promoção de Saúde, 2020). Como é uma Agenda do povo, pelo povo e para o povo, e por isto é necessário acreditamos o que irá garantir de fato o seu sucesso é o envolvimento afinal, o futuro da humanidade e do nosso planeta está em nossas mãos (ONU, 2015). Também estaria nas mãos da geração mais jovem de hoje, que vai passar a tocha para as gerações futuras, pois neste processo estão compromissados 193 países que seguem como signatários.

<sup>2</sup> O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas, pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente no repertório de um [...] [pesquisador]: Observação direta e série sistemática de entrevistas. Portanto, o estudo de caso é uma investigação empírica (YIN, 2001, p. 32).



Consecutivamente foram utilizadas técnicas parametrizadas de coleta e análise de águas com o uso de equipamentos<sup>3</sup> de laboratório e pautadas nas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Res. n. 357/2005 (Conama, 2005); Res. n. 001/1986 (Conama, 19986) e nas diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos (lei n. 7.663/1991) (SÃO PAULO, 1991), Política Nacional de Recursos Hídricos (lei n. 9.433/1997) (BRASIL, 1997) e demais procedimentos descritos em literaturas técnica e especializada.

E mais, servimo-nos também de uma escuta ativa dos relatos breves de história de vida de moradores que guardam relação com o corpo hídrico Rio Grande.

Desta maneira forma passamos a descrever as características biofísicas e geoquímicas do local Bacia do Rio Grande e de suas microbacias.

## RIO GRANDE – CARACTERIZAÇÃO DO CORPO HÍDRICO

Como é sabido, reproduzido e difuso pela própria população riograndense, “Rio Grande da Serra é área de mananciais”, “é 100 % de área de mananciais”, discursos que se apropriam do dispositivo jurídico legal da lei estadual de n. 13.579/2009 que traz em seu artigo 1º este inserido em Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B, situada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Alto Tietê, portanto, parte do manancial de interesse regional para o abastecimento das populações atuais e futuras, afinal, este corpo hídrico está na área integral do Município de Rio Grande da Serra (SÃO PAULO, 2009).

Recentemente em plano de comunicação do CBH-AT, o Rio Grande está descrito como totalmente inserido na Bacia do Alto Tietê (CBH- AT, 2021). Portanto, a bacia - Rio Grande da/na cidade de Rio Grande da Serra, especificamente no trecho que se encerra em seu território - possui uma importância histórica, política, social, ambiental, econômico-estratégica por ser um recurso natural “em tese” abundante na cidade, o qual contribuir para a manutenção do Reservatório Billings, que segundo a Cetesb (2017) *apud* Pompêo & Moschini-Carlos (2020):

**O reservatório Billings faz parte da bacia hidrográfica do Alto Tietê e é o maior reservatório de água doce do Estado de São Paulo**, abrangendo seis municípios: São Bernardo do Campo, São Paulo, Diadema, Ribeirão Pires, **Rio Grande da Serra** e Santo André. No sistema de monitoramento da qualidade das águas do Estado de São Paulo compõe a 6ª. UGRH – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Pompêo & Moschini-Carlos, 2020, p. 65, grifo nosso).

Este corpo hídrico possui uma relação histórica muito profunda na formação e na identidade da cidade, haja vista, que no brasão de armas e na bandeira da cidade, o Rio Grande presente em meio as matas verdejantes, está descrito, além de, estar e ser também aludido no hino da cidade, tendo assim marcante presença nos símbolos municipais. A história sobre as paradas realizadas por tropeiros em suas margens e Dom Pedro I teria saciado sua sede as margens deste corpo hídrico, além de “pernoites reais” (RIO GRANDE DA SERRA, 2021).

Geograficamente, podemos perceber que o Rio Grande é receptor de várias outras microbacias afluentes, por ex. rio pequeno e ribeirão da estiva, o que lhe confere uma grande capacidade de armazenamento e escoamento de água e demais materiais orgânicos

<sup>3</sup> Peagâmetro, Oxímetro, Fitas Analíticas, Condutivímetro, Termômetro, entre outros.

e inorgânicos que vão sedimentando e construindo ao longo do seu trajeto, os meandros que geram abrigo e fontes de alimentos para fauna (insetos, vermes, peixes, aves, etc.) e micronutrientes para flora (vegetação em geral). Logo, o Rio Grande e seus afluentes tributários estão incrustados no Bioma da Mata Atlântica, afinal, Rio Grande da Serra se encerra no Parque Estadual da Serra do Mar, o qual possui um núcleo responsável de proteção, o núcleo Cubatão que abrange por sua vez, a cidade de Rio Grande da Serra (FÉLIX, 2013).

A formação de solos hidromórficos em suas margens com características argilosas lhe confere propriedades físicas como: dureza na água, coloração, densidade, turbidez e tantas outras. E ainda, propriedades químicas: potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD) e biológicas (algas, bactérias), compondo as áreas de várzea. Tais características são essenciais para a mensuração do grau da qualidade da água e classificação das microbacias (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

Em virtude da grande umidade relativa do ar (WEATHER CHANNEL, 2021) e pela proximidade da Serra do Mar, e ainda, do processo de evapotranspiração da vegetação remanescente da Mata Atlântica, durante o ano todo exibe beleza cênica em sua fitofisiografia, comporta a biodiversidade e a biocenose local.

Economicamente o Rio Grande tem gerado ainda que indiretamente valores substanciais para as Empresas que gerenciam a captação de água no local - a Sabesp - e também ao governo municipal que possui um contrato de concessão pelo fornecimento de água aos consumidores residenciais, comerciais e industriais, não só em Rio Grande da Serra, mas também para a região metropolitana de São Paulo. Haja vista, que Melo (2019) difunde que no ano de 2019:

**A transposição entre os sistemas Rio Grande e Alto Tietê, realizada há pouco mais de três anos pela Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) já enviou 100 milhões de m<sup>3</sup> de água da Represa Billings, no Grande ABC, para abastecer cidades daquela região – 100 trilhões de litros. O volume é equivalente à capacidade total do braço Rio Grande, que tem 112 milhões de m<sup>3</sup> de água, e corresponde a 10% do armazenamento total da represa (MELO, 2019, grifo nosso).**

Nota-se então o quão significativo é a retirada de água dos corpos hídricos locais e da região no grande ABC, com destaque mais especificamente do Rio Grande, na cidade de Rio Grande da Serra. Diante de sua importância para a sustentabilidade, passamos a diante descrever os problemas que este corpo hídrico está enfrentando.

## **RIO GRANDE - SUA PROBLEMÁTICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

As situações desafiadoras que estão postas para gerir mais assertivamente o corpo hídrico Rio Grande são praticamente as mesmas que ocorrem ao longo de toda a sua extensão, quer seja em áreas urbanizadas, quer seja em áreas periurbanizadas nas quais este perpassa. A lista de fatores que impactam negativamente direta e indiretamente os corpos hídricos são similares àqueles que ocorrem outras cidades mais periféricas (guardadas as suas devidas proporções) como explicita a Emae (2020): incremento da taxa de crescimento populacional, migração e fixação da população nas cabeceiras e várzeas, aumento de consumo de água, lançamento de águas servidas e esgoto sem nenhum tratamento prévio, deposição e descarte indiscriminado de resíduos sólidos domésticos,

comerciais e de construção civil as margens, desmatamento e perdas de matas ciliares. Considerando ainda, outros fatores são possíveis de consulta na FSeade (2019) como: trabalho e renda, grau de escolaridade, grau de urbanização, transporte, etc., os quais con(dis)formam o comportamento de determinada população em relação aos cuidados ambientais.

Logo temos aí as esperanças e contradições postas para a cidade de Rio Grande da Serra (SCARPIONI, 2012) já em algumas décadas.

Como senão bastasse, ainda paira informalmente um medo no inconsciente coletivo sobre os efeitos da contaminação por mercúrio que ainda estariam, e/ou continuam ocorrendo desde a década de 60, quando indústrias que se utilizavam de mercúrio em seus processos produtivos, e por falta de maiores precauções permitiam o lançamento deste material tóxico no meio ambiente. O fato é que para este tipo de inquietação, também não existem maiores estudos, e se existem, não estão disponíveis para o público, nem mesmo com fácil acessibilidade a toda a população riograndense. Entretanto, a CETESB divulga em um de seus Boletins de Águas Brutas que “o nível do Alerta 1 do Plano de Contingência foi atingido para mercúrio no reservatório Rio Grande. Desta forma, recomenda se verificar junto à SABESP se tais níveis também foram detectados no seu monitoramento” (CBH-AT, 2022, p.01).

Diante dos eventos que ocorrem como a contaminação e a poluição deste corpo hídrico, fenômenos que tem sido recorrentes, seja pela inobservância merecida a legislação ambiental por parte dos gestores do poder público em controlar a emissão de esgoto in natura (pela falta de fiscalização e/ou insuficiência desta), seja por parte das empresas, indústrias e do comércio que precisam de um controle mais efetivo, ao emitirem seus esgotos em conformidade com a legislação e em acordo com os parâmetros de qualidade permissíveis conforme resolução do 357/2005 Conama, afinal, sem um controle mais efetivo a depleção do corpo hídrico é certa. E as indústrias em geral têm figuradas, apontadas e consideradas pela população em geral como as “poluidoras dos rios”.

Mas o Rio Grande, além dos fatores sociais, econômicos já mencionados, desde maio de 2015 quando foram iniciadas as obras de transposição das suas águas e de seus rios tributários (rio pequeno e ribeirão da estiva) para o córrego Taiapuêba (CBH – AT, 2015), vem sofrendo interferências, impactos ambientais negativos dia após dia.

Pois em virtude de várias obras de infraestrutura urbana e hídrica, o que em tese, beneficiaria diretamente aqueles que necessitam de fornecimento de água em suas residências na grande região Metropolitana de São Paulo, contraditoriamente, temos reconhecido os impactos visíveis de redução da quantidade de água local, bem como perdas de animais silvestres, dentre eles répteis (cobras), roedores (capivaras) peixes entre outros, fatos registrados e que explicitamos a diante. Afinal, de acordo com Philippi Jr. & Silveira (2005) a água é parte vital para o desenvolvimento e manutenção de todas as formas de vida nos vários biomas terrestres.

Em um levantamento prévio foi possível constatar um fenômeno preocupante, a mortandade de peixes (fato-problema), o que confirmara o relato de moradores, pescadores da cidade. Mais recentemente em janeiro de 2021, registra-se mais uma mortandade de peixes, inicialmente identificado por moradores e por ambientalistas, os quais passaram a comunicar aos órgãos públicos, imprensa e população em geral, emergindo assim não só um problema ambiental, mas, também um “conflito ambiental” (BERTÉ, 2013).

## “Rio Grande”

E mais uma vez a Cetesb foi acionada, a qual registrou o fato por meio de visita nos pontos onde encontravam-se uma concentração de peixes mortos, pontos em que se fez a coleta de amostras de água e de peixes, enviando o material coletado para análises e emissão futura de seu parecer técnico, assunto que também discutiremos mais adiante.

Figura 1 - Registros de Ciência da Mortandade de Peixes e Garças na cidade de Rio Grande da Serra em janeiro de 2021



### Policial

**Secretaria do Meio Ambiente de RGS notifica 6 empresas por morte de peixes e aves**  
Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) disse que técnicos estão vistoriando a bacia d'água



**Mortandade de peixes e garças preocupa moradores**

Imagem Foto: Divulgação

Por Marília Gabriela  
15/01/2021 10:40:00

Fonte: site - [www.folharibeiraopires.com.br](http://www.folharibeiraopires.com.br)



A Prefeitura Municipal de Rio Grande da Serra, através da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA), informa que estamos acompanhando o caso que está resultando na mortandade de peixes e garças em Rio Grande. As ações foram acompanhadas pelas equipes técnicas da SVMA, Defesa Civil e Vigilância Sanitária do município. Foram acionadas: CETESB, SABESP, Braskem e Transpetro. Informamos ainda que foram coletadas amostras de Peixes – Lambari (*Astyanax*) e de água para análise e detecção do material contaminante.

Notificamos as empresas abaixo:

UNIPAR  
TRANSPETRO  
BRASKEM  
COMGÁS  
QUALICAL  
SABESP

Para que se posicionem sobre o assunto, estamos trabalhando incansavelmente para elucidar os fatos e nunir com o rigor da lei os culpados.

Fonte: site - [www.riograndedaserra.sp.gov.br/noticia](http://www.riograndedaserra.sp.gov.br/noticia)

Tal fenômeno ganha repercussão, haja, vista, como está difuso pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo no relatório de qualidade das águas no interior de São Paulo, temos que:

**um evento de mortandade de peixes indica um ponto extremo de pressão no ambiente aquático**, podendo incluir a morte de diversas espécies desse grupo, além de outros organismos. **As mortandades estão normalmente associadas às alterações da qualidade da água** e, embora nem sempre seja possível identificar suas causas, **o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação a fontes de poluição ou outros agentes estressores**, nas respectivas UGRHIs (CETESB, 2019, p.273, grifo nosso).

Diante dos fatos, foi possível registrar e empreender esforços pela sociedade civil e imprensa em agir de maneira informativa, corretiva primando assim por difundir as informações em sentido de esclarecimento à população sobre o evento, uma vez que ações

preventivas por parte da gestão pública direta em relação a essas questões, não são ou têm sido difusas, e/ou inexistem de fato na cidade.

Desta forma, como já explicita Berté (2013) fica claro que toda prática socioambiental não é neutra.

## **RIO GRANDE – UM AGIR FOCADO NA QUALIDADE AMBIENTAL LOCAL**

Nesta seção detalhamos as ações que foram desenvolvidas sequencialmente para chegarmos a uma prática sustentável e cultura da monitoração da qualidade ambiental do Rio Grande. A mortandade de peixes e aves, condicionou moradores e ambientalistas<sup>4</sup> da cidade a efetivarem um plano de ação. Neste foram descritas um conjunto de atividades as quais tinham como objetivo fim - o registro dos fatos. A partir de então, seria efetivado o contato com as autoridades para estarem no dia da mobilização, acompanhando as atividades e constatações.

Efetivou-se assim a primeira visita *in lócus* onde já existiam os focos de peixes mortos. A temperatura do clima era de 26°C quando se iniciaram os trabalhos de reconhecimento dos sítios e a coleta de peixes mortos e identificação preliminar das espécies. Observamos também, uma concentração de aves (garças brancas, biguás) se alimentando dos peixes<sup>5</sup> que estavam na superfície do corpo hídrico, contudo, muitos ainda estavam vivos. Logo, registramos uma intensa atividade biológica da biota local.

Figura 2. Registro dos garças e biguás em cima da tubulação se alimentando de peixes mortos ou moribundos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021  
Crédito foto: Marcos Scarpioni

<sup>4</sup> Os autores são participantes do Instituto *Causambientalis*

<sup>5</sup> Lambari do Rabo Vermelho (*Astyanax fasciatus*); Lambari de rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*), conforme informações disponíveis em site de pesca amadora.

Consecutivamente passamos a mobilizar o poder executivo, o qual que esteve presente na pessoa do Sr. Prefeito Claudio Manoel de Melo e a Sra. Penha Fumagalli, os quais nos responderam prontamente e compareceram ao local dos fatos e constataram a mortandade de peixes. Para muitos representantes do governo, isto são, foram meras ações de ambientalistas, para nós que iniciamos a observação de toda a transformação que vêm ocorrendo nos últimos 10 anos, são ações práticas, na verdade *advocacy*<sup>6</sup>.

Busca-se então, promover os princípios de educação ambiental informal, com o maior engajamento social para a implementação de políticas públicas socioambientais de direito e de fato, para que exista uma ampla governança ambiental local.

Figura 3 - Ambientalistas, pescador e poder público constatando a mortandade de peixes



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021  
Créditos Marcos Marinho

Este fato impacta na reprodução e conseqüentemente na redução da população de lambaris de rabo vermelho (*Astyanax fasciatus*) do/no corpo hídrico, evento que nos causa inquietações, afinal, este tipo de peixe demora em média de 3-4 meses para fazer sua desova conforme literatura específica.

Por estes motivos, em seguida foi feito um manifesto pacífico em público para informar e sensibilizar a população, inclusive, entrevistando pescadores que são moradores da cidade, e que, em seus breves relatos, puderam demonstrar uma preocupação com o que estaria ocorrendo com o corpo hídrico Rio Grande. Elaboramos e difundimos vídeos nas redes sociais *just-in-time* do manifesto, e assim pudemos dialogar com a população.

---

<sup>6</sup> Remete à identificação, defesa e promoção de uma causa, como a promoção da educação, da saúde, da igualdade racial e a defesa do meio ambiente. Para tanto, há uma série de ações, ferramentas e formas de atuação para engajar e conscientizar a população sobre como criar e transformar políticas públicas que deem concretude a essas causas. Objetiva-se, ao fim, provocar mudanças culturais e em políticas públicas que reflitam transformações profundas na sociedade (ACT Promoção da Saúde, 2020, p. 20).

Figura 4 - Deposição de peixes mortos na mureta da ponte para transeuntes visualizarem o impacto ambiental e a realização de entrevistas com moradores e pescadores da cidade



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021  
Créditos Marcos Scarpioni, 2021.

Após o manifesto, os peixes foram retirados e enterrados próximo as margens do próprio corpo hídrico. Cabe ressaltar, este evento ocorrera em plena piracema, período restritivo de 01.11.2020 a 28.02.2021 (defeso continental), espaço temporal importantíssimo para a reprodução da ictiofauna local, regional, nacional segundo a Instrução Normativa Ibama n. 25/2009.

Posteriormente passamos a efetivar os registros dos eventos subsequentes e levantamentos em sentido de resgatar os registros de mortandade de peixes ao longo do corpo hídrico Rio Grande e de seus afluentes tributários ocorridos anteriormente, ou ainda, em trechos nos quais o Rio Grande é tributário como é o caso da represa Rebizzi.

Nos quadros abaixo temos os registros em anos anteriores e também das reportagens locais atuais. No ano de 2014, já se registrava uma mortandade de peixes, período em que foram iniciados os trabalhos de obras de transposição das águas em áreas próximas da represa Rebizzi.

Figura 5 - Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes realizados em 2014

Mortandade de Peixes e/ou Organismos Aquáticos – 2014					
Atendimento feito pelas Agências Ambientais e/ou Setor de Comunidades Aquáticas (ELH)					
DATA	UGRHI	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	Município / Atendimento
29/10	6	Represa Rebizzi	Não especificado	Indeterminado	Rio Grande da Serra. Atendimento realizado pela Agência Ambiental do ABC I.

Fonte: Extraído e adaptado de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo | Apêndice N - Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes realizados em 2014 pela Cetesb (Cetesb, 2014, p. 4).

Nota-se que o motivo é indeterminado como foi concluído naquele ano. Já em 2018, surge o registro de uma nova mortandade de peixes, desta vez, no corpo hídrico em sua área mais central. Destaque-se, novamente que a conclusão foi: o motivo é indeterminado.

Figura 6 - Informações sobre os atendimentos de ocorrência de mortandade de peixes no qual consta o registro de Rio Grande da Serra.

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2018– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHIs	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
19/1	6	Rio Grande	Não especificado	Indeterminado	Rio Grande da Serra. Atendimento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Rio Grande da Serra com suporte telefônico do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC)

Fonte: Extraído e adaptado do Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrência de mortandade de peixes, realizados em 2018 pela Cetesb. Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2018. (Cetesb, 2019, p. 277).

Objetivou-se assim, fazer um alerta aos moradores e ao poder público quanto as responsabilidades que todos nós temos em defender e proteger o meio ambiente como previsto no art. 225 da CF/1988; art. 2º inc. IV da PNMA, lei n.6.938/1981; art.154 da LOM 001/1990; art. 1º da PMMA lei n. 2.332/2019.

Em continuidade das ações práticas realizadas no Rio Grande, em conjunto com outros colaboradores como Universidade São Caetano do Sul (USCS) e Associação Mauaense de Praticantes de Atividade Física de Aventura na Natureza (Ampafam) por meio de seus representantes, com equipamentos náuticos (caiaques) e demais equipamentos de coleta de amostras, foi possível se deslocar no corpo hídrico em sentido montante - jusante para a efetivação de coleta de amostras de água e de peixes, as quais foram levadas para análise em laboratório posteriormente.

Em seguida, foram feitas reuniões com a Secretária do Meio Ambiente solicitando uma maior atenção para a ocorrência. Também, foi solicitado junto a secretaria toda a documentação que seria elaborada para a apuração dos fatos. E ainda, as providências cabíveis no que tange a identificação dos causadores, infratores da legislação ambiental, bem como a imposição da reparação dos danos ambientais sob a responsabilidade civil, administrativa e penal, como previsto na Lei de Crimes Ambientais (lei 9.605/1998).

A secretaria por sua vez, acionou a Cetesb que veio a cidade, fez coleta de água e de peixes (amostras) e levou-as para análises laboratoriais. Todavia, a Cetesb emitiu um parecer técnico após quase 120 dias, sob a alegação de que os procedimentos analíticos estariam sendo retardados em virtude da pandemia Covid 19. Mesmo assim, neste interim, continuou-se a observação da dinâmica do corpo hídrico. Em tendo o parecer técnico nas mãos, foram feitos confrontos de informações, e assim, registramos incongruências. A partir de então, foi possível elaborarmos um relatório com as incongruências identificadas e efetivar uma apresentação oral, expondo-as aos conselheiros gestores de meio ambiente (COMDEMA), a plateia e demais convidados da população em geral, além de, protocolarmos a entrega do referido relatório confronto ao presidente do conselho para a tomada de decisão e providências. Este foi recepcionado e encaminhado com solicitações para a agência fiscalizadora, secretaria de meio ambiente, entre outros órgãos.

Cabe destacar, que em meio a esses acontecimentos descritos, outra problemática que vem assustando os moradores da cidade são os impactos diretos no Rio Grande, em suas margens com a movimentação de solo, perda de vegetação e a movimentação de maquinário e ferramental pesados em deslocamentos constantes no corpo hídrico.



Especialmente no trecho centro-periferia tem-se uma grande movimentação de máquinas para a realização de manutenções emergenciais efetivadas pela Sabesp por meio de empreiteiras contratadas.

Como já mencionado anteriormente, uma obra foi iniciada em 2015 e teve um custo inicial de 130 milhões de reais que foram retirados dos cofres públicos de maneira emergencial, pois a obra não possuía o estudo de impacto ambiental necessário e o planejamento para a execução desta infraestrutura, a qual foi muito criticada naquela data. Pois parlamentares estadual e municipal, advogados e ativistas se posicionaram em desfavor do projeto, o qual retiraria água do braço Rio Pequeno, porção mais limpa da Represa Billings, e enviaria para o braço Rio Grande e depois para o Córrego Taiapuêba Mirim, em Suzano. Cabe ressaltar que o volume de água captado e transposto seria de  $4.000 \text{ l.s}^{-1}$ , “passando em 2016 para  $5,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ” (MELO, 2019); (DOS ANJOS, 2017), e atualmente essa quantidade já é muito maior, sem sabermos precisar o montante quantitativo.

A obra é mais uma mostra do despreparo do governo do Estado com a crise hídrica. Fizeram tudo a toque de caixa”, criticou a parlamentar. **A vistoria contou com a presença de vereadores da cidade, ambientalistas e moradores de Rio Grande da Serra. O temor do grupo é que, com as intervenções que levarão a água da cidade para abastecer o Sistema Alto Tietê, a cidade fique desabastecida** (FRENTE PARLAMENTAR EM DEFESA DA RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA BILLINGS, 2015, grifo nosso)<sup>7</sup>.

Outros problemas que vieram a ocorrer com frequência, como os vazamentos constantes e as manutenções emergenciais e/ou paliativas em tubulações recorrentes, além disso, surgiram a morte de animais silvestre, fatos que geram críticas e insatisfação pelas perdas que se avolumam ao longo do tempo.

Pois como foi reportado por Leite (2015) “ao menos dois animais morreram após ficarem presos entre as estruturas que estão sendo instaladas ao longo de 11 quilômetros. [...] as tubulações de Polietileno de Alta Densidade (Pead), de 1,2 metro de diâmetro, dificultam a entrada e a saída dos roedores no rio. Os animais acabam caindo na vala entre os tubos e morrem”.

Figura 7 - Vazamento na tubulação e animal já sem vida (capivara) por entre as tubulações.



Fonte: Extraído de SANTOS, 2017

Fonte: Extraído de LEITE, 2015

Fonte: Alfredo Bertusso, 2021.

<sup>7</sup> Composta e representada por parlamentares estadual (Luiz Turco e Ana do Carmo) e municipal (Cleson Alves e Benedito Araújo).

## “Rio Grande”

Figura 2 - Ativistas em visita técnica e as expressões de suas indignações com os impactos já sofridos pela instalação da tubulação no corpo hídrico e morte de animais silvestres em 2015. Enterro Simbólico da Capivara e as ações corretivas.



Fonte: Elaborado por autores, 2021  
Crédito de fotos: Cauê Marinho, 2015

Após a repercussão da morte deste e de outros animais silvestres, e ainda, em virtude do protesto do enterro simbólico de uma capivara, o qual foi muito veiculado por jornais da região e de outros estados, a Sabesp viria a promover ações em sentido de amenizar o problema. De acordo com Leite (2015), (a Sabesp naquele ano) colocou toras de madeira entre as tubulações as quais funcionariam como pontes para que os animais pudessem transpor as margens do corpo hídrico, por isto, utilizamos aqui o jargão jocosamente: Seria cômico se não fosse trágico!

Mas os impactos não pararam por aí. Mais recentemente temos as queimadas que estão se tornando recorrentes em períodos de estiagem quando a vegetação ao redor da tubulação aquece e pega fogo, e/ou até mesmo os incêndios são oriundos de ações antrópicas clandestinas. As queimadas ocorridas em setembro de 2020 danificaram boa parte das tubulações interrompendo a captação e bombeamento de água e começaram as manutenções. Além desta, novas queimadas ocorreram em agosto de 2021, destruindo outros trechos, e mais uma vez foram realizadas obras em caráter emergencial.

Consta que nesta última obra, que a Sabesp desembolsaria R\$ 7,4 milhões aproximadamente para restabelecer as operações da adutora atingida por incêndio em SP, conforme constava em sua placa de informações sobre a manutenção.

Contudo, neste destacar que neste valor não estão contabilizados os impactos diretos e danos ambientais locais, nem mesmo foi contabilizada a mortandade de animais (peixes e garças) que foram noticiadas mais recentemente em 2021 por demais em jornais e conversas entre moradores. Resta saber quais são as contrapartidas para a mitigação de

tais impactos socioambientais, uma vez que o poder público municipal não divulga, explicita para a população em geral essas informações.

## **RIO GRANDE – DIANTE DE UMA LEGISLAÇÃO SOCIOAMBIENTAL**

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente n. 001/1986, define como impacto ambiental:

**qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente,** afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; **III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais** (Conama, 1986, grifo nosso).

E mais, em seu art. 5º está preconizado que:

**o estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:** I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto; II - **Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;** (Conama, 1986, grifo nosso).

Diante destas diretrizes, podemos afirmar com toda certeza, que o corpo hídrico Rio Grande tem sofrido inúmeros impactos ambientais, inclusive, alguns deletérios que podem vir a ser irreversíveis muito em breve se não tomadas providências em sentido de mitigar os impactos, uma vez que não se tem uma avaliação sistemática de tais impactos como preconiza a resolução.

Outra resolução deste conselho a qual deve-se atentar é a de res. n. 357/2005 que define parâmetros, critérios e classificações para a qualidade de água. Em virtude desta podemos observar que no trecho do corpo hídrico que está em processo de monitoração, já não pode ser mais considerado como classe 2 de maneira generalizada, como está posto em relatórios da Cetesb, pois o grau de poluição e contaminação perceptíveis a olho nu, já nos acende um sinal de alerta e se classificá-lo assim seria correto.

No que tange a legislação em âmbito federal temos a lei n. 6.938/1981 que preconiza em art. 2º caput que:

**a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida,** visando assegurar, [...] proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; **IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;** (BRASIL, 1981, grifo nosso).

Na lei específica que trata dos recursos hídricos (lei n. 9.433/1997), traz em seu art. 1º que a “Política Nacional de Recursos Hídricos se baseia nos seguintes fundamentos: I - a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (BRASIL, 1997).

Por isso, o poder econômico não deve sobrepor o domínio público, afinal, no inciso VI está posto que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, tendo assim o direito do seu uso racional e o dever de proteger este recurso como está previsto no art. 225 da Constituição Federal de 1988.

Torna-se refletir sobre Rio Grande, que não pode ser apenas uma microbacia com pouca significância, sendo (des)tratado, (des)caracterizado pela gestão e atuação de atores públicos e de particulares que estão ao longo deste corpo hídrico, nem mesmo ser considerado como mero recurso a ser explorado o qual gera, concentra lucros a empresas acionistas, mais que contraditoriamente, socializa-se prejuízos quando mal gerido.

Na lei estadual de n. 7.663/1991 traz em seu art. 2º que a **“Política Estadual de Recursos Hídricos tem por objetivo assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado de São Paulo”** (SÃO PAULO, 1991, grifo nosso). Entretanto, o que temos visto, presenciado no corpo hídrico Rio Grande é a inobservação deste objetivo.

Já em o âmbito municipal, a lei n. 2.332/2019, no caput do art. 1º e em seus incisos I, II e IV respectivamente está descrito:

**A Política Municipal de Meio Ambiente de Rio Grande da Serra, respeitadas as competências da União e do Estado, ressalvadas participação da coletividade, tem por objetivo, proteger, defender, conservar e recuperar o meio ambiente, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, visando assegurar o desenvolvimento sustentável** conforme preconiza a Constituição e legislação pertinente, bem como: **I - melhorar a qualidade ambiental, considerando as limitações e as vulnerabilidades dos ecossistemas; II - compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico na Bacia da Billings com as ações de preservação e recuperação ambiental; [...]; IV - reduzir os impactos decorrentes das interferências antrópicas sobre o meio ambiente, em benefício das presente e futuras gerações** (RIO GRANDE DA SERRA, 2019, grifo nosso).



Pode-se observar que embora exista os objetivos de proteger, defender, conservar e recuperar o meio ambiente, o Rio Grande, neste sentido estaria muito aquém destes objetivos. Todavia, encontramos amparo jurídico legal para continuarmos desenvolvendo ações práticas de sustentabilidade local em seu art. 2º que traz os princípios norteadores e que regram a implementação desta política de maneira pragmática. Pois é dever da gestão:

**I - do meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana; [...]; III - do desenvolvimento sustentável; IV - do acesso e a difusão das informações relativas ao meio ambiente; V - da gestão democrática, com participação popular, no monitoramento e controle das políticas ambientais** (RIO GRANDE DA SERRA, 2019, grifo nosso).

## **RIO GRANDE – SUSTENTABILIDADE E RELAÇÕES COM AGENDA 2030**

Para analisar como a Agenda estaria sendo trabalhada na questão da gestão da água como uma prática sustentável, diante das circunstâncias que o Rio Grande apresenta, selecionamos o ODS 6 e suas metas 6.3 e 6.6b, e ainda, o ODS 4 e sua meta 4.7.

Figura 9 - Seleção de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para a gestão.

TIPO ODS	DIRETRIZES	METAS
<b>ODS 6</b> 	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos	6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente; 6.6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento
<b>ODS 4</b> 	Educação de Qualidade: Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.	4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

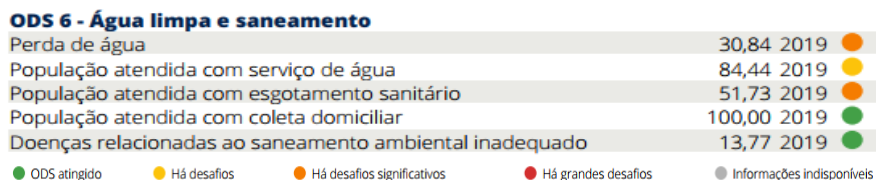
Fonte: Organização das Nações Unidas, 2015, p. 23 e p. 25.

Nota-se que a gestão hídrica e a sustentabilidade ambiental local são dependentes da participação, do envolvimento e engajamento de todos os atores sociais nestes processos sem exceção. Por isto, estimular as organizações da sociedade civil a realizarem o mapeamento e a divulgação da relação dos seus projetos com as metas dos ODS conforme explicita a Enap (2018, p. 20) é o grande desafio aos gestores dos/nos municípios. Logo é preciso:

**fortalecer** as plataformas e **observatórios públicos e da sociedade civil que disponibilizam dados e diagnósticos sobre a situação dos municípios**, estados e do país, relativos ao alcance das metas dos ODS; Estimular e fortalecer parcerias que contribuam com projetos, ações e iniciativas para o alcance dos ODS; Estimular a capacitação de atores e gestores locais (Enap, 2018, p. 20, grifo nosso).

O programa cidades sustentáveis por exemplo mostra-nos um pouco da situação da cidade de Rio Grande da Serra em sentido de atingir as metas referentes ao ODS 6 no ano de 2019, indicadores indiretamente relacionados com a gestão do Rio Grande.

Figura 3 - Informações sobre o cumprimento da implantação do ODS 6 em Rio Grande da Serra



Fonte: Extraído de: Indicadores – ODS, cidadessustentáveis.org.br, 2019.

Contudo, os dados contrastam em dissonância com o que temos observado em campo, uma vez que estes necessitam de maiores aferições, para se aproximarem e captarem a realidade. Daí a necessidade de visitas constantes nos espaços, coleta de dados e elaboração de indicadores que permitam demonstrar mais aspectos específicos e menos

genéricos, os quais identifiquem de fato boas práticas de conservação da qualidade local. Afinal, coleta de resíduos sólidos domiciliares, esgotamento sanitário e doenças relacionadas ao saneamento ambiental são indicadores implícitos na dinâmica de gestão e conservação dos recursos hídricos (TUCCI, 2005).

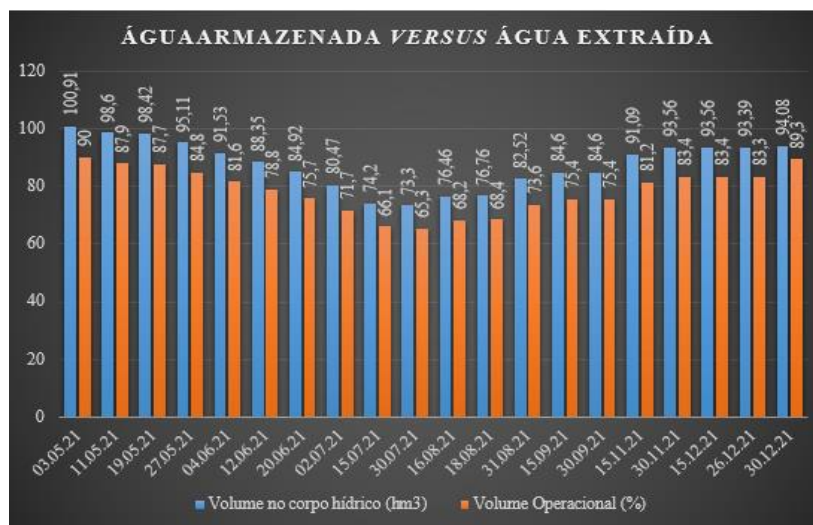
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados temos até a confecção deste capítulo, bem como a comunicação e difusão dos eventos na sociedade, pois foi possível impactar a população por meio da mobilização de órgãos de imprensa (jornais da região<sup>8</sup>), e difusão dos fatos que estavam ocorrendo por meio de transmissões ao vivo do local via redes sociais midiáticas<sup>9</sup>.

Foram efetivadas várias reuniões com gestores públicos (poder executivo, secretaria e conselho meio ambiente) para que se fossem tomadas as providências necessárias em relação aos fatos, dando desta forma, a contribuição para as fiscalizações por parte do poder público em relação as empresas e para a identificação de infratores, causadores dos impactos ambientais negativos no Rio Grande.

Foram iniciadas as coletas de água (amostras) em 03.05.2021 e após análise destas, foram elaborados de 18 relatórios com informações sistematizadas até o final de 2021. A partir das informações coletadas em campo foi possível desenvolver um *baseline* (indicadores de qualidade) de água e da situação das margens do Rio Grande, por ex: recorte de gráficos abaixo.

Figura 11 - Gráfico exemplo de como os dados estão sendo trabalhados para a formação de um banco de dados para o Rio Grande (Baseline).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Este gráfico intitulado “Água Armazenada Versus Água Extraída”, embora muito pouco nos demonstre da realidade que temos no corpo hídrico, nota-se que em virtude das estações do ano e pelos índices pluviométricos, além de outros fatores ambientais

<sup>8</sup> A folha, Diário do Grande ABC, Diário de Ribeirão Pires, Jornal tempo Real, Tribuna do ABC, Bastidor Político.

<sup>9</sup> facebook, whatsapp, instagran, entre outras.

e/ou antrópicos na região e na cidade, o volume armazenado varia e conseqüentemente também varia a extração de água bruta pela Sabesp.

É bem verdade que este não nos serve para avaliar a qualidade da água do Rio, sendo meramente um dado quantitativo (afinal, uma fórmula no *Excel* faz isto muito bem, são os “encantos da tecnologia”), todavia, tais dados estão disponibilizados pela Sabesp e são por demais relativos na medida em que não trata de trechos específicos como é o caso aqui proposto. Entretanto, é imprescindível lançarmos mão deste, pois em virtude de uma escassez hídrica, uma crise hídrica estabelecida na Região Metropolitana de São Paulo, este permite-nos verificar e afirmarmos que a má gestão dos recursos hídricos, a perda de qualidade ambiental em trechos específicos dos corpos hídricos, gera impactos socioambientais e em muitos casos, esses são irreversíveis como por ex: perda de água e laterização do solo nos reservatórios.

Para demonstrarmos a sistematização de informações que está sendo desenvolvida, apresentamos um recorte de nossos relatórios que estão sendo elaborados e avaliados constantemente e sequencialmente mês a mês.

Figura 4 - Recorte dos dados coletados e registrados em relatórios elaborados

#### Parâmetros Físicos

Figura 45. Quadro de parâmetros físicos e geográficos

Tipo de Amostra / Indicadores de Análise	01 Ponte Ribeirão da Estiva Sabesp	02 Ponte de Rio Grande centro	03 Ponte Vila Conde poço pesca	04 Ribeirão Estiva pouso alegre	05 Bica Matarazzo
Ponto de coleta (geomonitoramento)					
Temp. °C Inicial/ Temp. Final de análise	15/17,6	15/17,4	15/17,3	15/17,4	15/17,6
Cor	Amarela clara	Amarela clara	Amarela clara	Amarela clara	transparente
Odor	Imperceptível	Fétido	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível
Turbidez	----	----	----	----	----
Densidade	----	----	----	----	----
Dureza (Ca/Mg)	125	75	50	75	50
Condutibilidade Elétrica	EC 004 PPM 0030 CF 004	EC 005 PPM 0030 CF 005	EC 003 PPM 0030 CF 003	EC 004 PPM 0030 CF 004	EC 002 PPM 0020 CF 002

Fonte: Recorte de Informações contidas em relatórios das análises realizadas em coletas de água. Elaborado pelos autores, 2021.

Também, temos verificado pelos breves relatos de vida de moradores, os quais guardam em suas memórias as relações com o corpo hídrico Rio Grande que a classificação do corpo hídrico prevista na res. 357/2005 e que tem sido utilizada para classificar o Rio Grande genericamente como classe 2 em toda a sua extensão, em relatórios de órgãos públicos. Pois de acordo com Philippi Jr. & Silveira (2005) a qualidade de água de um determinado corpo hídrico deve sustentar o tipo de uso, para finalidades definidas em padrões estabelecidos.

Portanto, a realidade local do Rio Grande em determinados trechos tipificada em relatórios públicos e privados como classe 2, não é mais adequada, por isso é necessário refletir e verificar seu enquadramento na classe 3, pois já possui restrições em seus usos.

Por conseguinte, é preciso muito mais que quantidade de água armazenada e/ou transportada, para se verificar os impactos ambientais que vem ocorrendo em Rio Grande da Serra, portanto, a sociedade civil organizada tem um papel fundamental em uma sociedade democrática para agir em prol da gestão ambiental urbana, assim como os entes federativos, pode e deve participar da discussão e implementação de políticas públicas de interesse coletivo (ACT Promoção da Saúde, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso que retrata um projeto em desenvolvimento, já têm demonstrado que o Rio Grande e suas microbacias tributárias formam um braço hídrico por demais significativo na composição do reservatório Represa Billings e na Bacia do Alto Tietê, o qual necessita de maior atenção para os impactos ambientais recorrentes.

Registra-se assim, que os resultados obtidos até aqui, demonstram que o Rio Grande tem sido impactado pelas políticas públicas e/ou ações diretas e constantes menos assertivas por parte das Administrações Públicas Diretas e Indiretas tanto no âmbito estadual, quanto em âmbito municipal. Existe uma falsa impressão de que há um progresso e a interpretação míope de que a gestão descentralizada e compartilhada do recurso hídrico, gera benefícios a toda a coletividade pública em âmbito regional.

Contudo, isto seria uma verdade se os corpos hídricos deixassem de ser interpretados como imensas caixas d’água nas quais lançam-se mãos para nosso consumo somente e/ou fins lucrativos. Afinal, a que se pontuar que tipo de economia estaria sendo gerada de fato para Rio Grande da Serra quando se reflete sobre a contabilidade ambiental, inclusive com possíveis reduções de serviços ecossistêmicos locais, pois encarar os mananciais como simples reservatórios, sem considerar o ecossistema, é um erro como pesquisadores expõe em as reportagens. E como mensurar estes valores e traduzi-los em valores econômicos e patrimoniais para população em geral considerando isto como a (in)sustentabilidade?

A Sustentabilidade Humana e a Saúde Pública estão intrínsecas a qualidade ambiental que a cidade possui, e esta por sua vez, depende dos serviços ecossistêmicos que os rios, lagoas, córregos ou qualquer outro tipo de recurso hídrico possa ofertar, devendo estes ser geridos com transparência e maior eficiência, pelo poder público e coletividade pública, servindo-se dos instrumentos de gestão ambiental urbana.

É preciso rever e implementar políticas públicas e tomadas de decisões mais assertivas com a escuta ativa das demandas advindas da sociedade em geral, com indicadores de qualidade locais.

Portanto, o monitoramento da qualidade da água no Rio Grande, contribui para uma cultura de defesa, proteção, cuidado com um dos recursos mais importantes para a coletividade pública, para a sustentabilidade em todas as suas formas de vida, cumprindo assim o lema e princípio ambiental “agir localmente, pensar globalmente”.

## REFERÊNCIAS

ACT PROMOÇÃO DA SAÚDE. **Guia de Ações de Advocacy para a Agenda 2030**. Disponível em: <actbr.org.br> Acesso em: 20 mar. 2021.

BERTÉ, Rodrigo. **Gestão Socioambiental no Brasil** – Uma análise ecocêntrica. Curitiba: Intersaberes, 2013.



BRASIL. **A Constituição e o Supremo** [recurso eletrônico; atual. até a EC 90/2015.]. 5. ed. Brasília: STF, Secretaria de Documentação, 2016. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/aconstituicao eosupremo/>> Acesso em: 15 out. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 6.938** Promulgada em 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm)> Acesso em: 10 dez. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.433** Promulgada em 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9433-8-janeiro-1997-374778-publicacaooriginal-1-pl.html>> Acesso em: 23 set. 2021.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ [CBH-AT]. **Propostas da Sociedade Civil para a Gestão 2021-2023**. Disponível em: <<https://comiteat.sp.gov.br/o-comite/deliberacoes-e-mocoes/>> acesso em: 25 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. **Boletim de Qualidade de Águas Brutas do Sistema Billings julho a setembro/2021**. Disponível em:< <https://comiteat.sp.gov.br/areas-de-mananciais/#1623179318010-fd114af7-3207>> Acesso em: 20 fev. 2022.

\_\_\_\_\_. **Governo inicia obras de interligação entre sistemas**. Disponível em:<<https://sigrh.sp.gov.br/pageitens/450/news/172>> Acesso em: 10 jan. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO [CETESB]. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**. Disponível em: <[www.cetesb.gov.br](http://www.cetesb.gov.br)> Acesso em: 22 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo - Apêndice N - Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes realizados em 2014 pela Cetesb**. Disponível em: <[www.cetesb.gov.br](http://www.cetesb.gov.br)> Acesso em: 22 abr. 2021. p. 4.

\_\_\_\_\_. **Relatório - Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2018**. [recurso eletrônico]. São Paulo: Cetesb, 2019. Série Relatórios. p. 277.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE [CONAMA]. **Resolução n. 001/1986**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>> Acesso em: 04 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 357/2005**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/legislacao-federal/resolucoes-federal/>>

DOS ANJOS, Lidiane Alonso Paixão. A Análise da Gestão dos Corpos Hídricos Urbanos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. 2017. 226p. **Dissertação** [Ambiente, Saúde e Sustentabilidade]. São Paulo. Faculdade de Saúde Pública – USP, 2017.

“Rio Grande”

EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUA E ENERGIA S.A. [EMAE] **Relatório Anual de Sustentabilidade 2020**. Disponível em: <[www.emae.com.br](http://www.emae.com.br)> Acesso em: 13 out. 2021. p. 47.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA [ENAP]. **Desafios e condicionantes para implementação da Agenda dos ODS na administração pública federal brasileira**. Brasília: Enap, 2018. Cadernos 57.

FÉLIX, Sandra Regina. **Rio Grande da Serra: Nos trilhos do progresso**. São Paulo: Noovha, 2013.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. [FSEADE]. **Perfil dos municípios paulistas**. Disponível em: <[www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)> Acesso em: 13 out. 2018.

GABRIELA, Marília. Secretaria do Meio Ambiente de RGS notifica 6 empresas por morte de peixes e aves. **A Folha**. ed. n. 2493, ano XXXII, p. 7, seção policial, 15.01.2021.

LEITE, Fábio. **Sabesp faz pontes para capivaras em obra de transposição**. Disponível em: <<https://www.google.com/amp/s/noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2015/08/05/sabesp-faz-pontes-em-obra-para-capivaras.amp.htm>> Acesso em 03 nov. 2020.

MELO, Aline. **Billings cedeu 100 tri de litros d’água a Alto Tietê**. Disponível em: <[www.dgabc.com.br/Mobile/noticia/3007625/billings-cede-100-tr-de-litros-d-agua-a-alto-tiete](http://www.dgabc.com.br/Mobile/noticia/3007625/billings-cede-100-tr-de-litros-d-agua-a-alto-tiete)> Acesso em: 05 abr. 2021.

MILLER JR., G. Tyler. **Ciências Ambientais**. [trad. All Tasks. 11ª ed. norte americana]. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO GRANDE DA SERRA. Lei n. 2.332. Promulgada em 31 de outubro de 2019. Disponível em: <[www.riograndedaserra.sp.gov.br](http://www.riograndedaserra.sp.gov.br)>

\_\_\_\_\_. **Nota Oficial - Mortandade de Peixes e Garças em Rio Grande da Serra**. Disponível em: <<http://www.riograndedaserra.sp.gov.br/noticia/mortandade-de-peixes-e-garcas-em-riogrande/>> Acesso em: 20 jan. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS [ONU] (2015). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org>> Acesso em: 28 jun. 2020.

PHILIPPI JR., Arlindo; SILVEIRA, Vicente Fernando Silveira. Controle da Qualidade das Águas. In: PHILIPPI JR. Arlindo [Editor]. **Saneamento, Saúde e Ambiente – Fundamentos para o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Manole, 2005. p. 415-438.

POMPÊO, Marcelo; MOSCHINI-CARLOS, Viviane (Orgs.). **Reservatórios que abastecem São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo: Instituto de Biociências-USP, 2020.

PROGRAMA CIDADE SUSTENTÁVEIS. [PCS]. **Indicadores**. Rio Grande da Serra. Disponível em: <[cidadessustentaveis.org.br](http://cidadessustentaveis.org.br)> Acesso em: 21 nov. 2019.

RIO GRANDE DA SERRA. **Lei n. 2.332** Promulgada em 31 de outubro de 2019. Dispõe sobre Política Municipal de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.riograndedaserra.sp.gov.br/legislacao/leis/>> Acesso em: 04 jan. 2021.

**SABESP é criticada por obras de transposição na Represa Billings.** Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=365669>> Acesso em: 02 jan. 2022.

SANTOS, Cristiane dos (2017). **Vazamento de adutora afeta moradores em Rio Grande da Serra.** Disponível em: <https://www.reporterdiario.com.br/noticia/2369262/vazamento-de-adutora-afeta-moradores-em-rio-grande-da-serra/>

SÃO PAULO. **Lei n. 7.663** Promulgada em 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>> Acesso em: 05 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 13.579** Promulgada em 13 de julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/156946#:~:text=Lei%20n%C2%BA%2013.579%2C%20de%202013%2F07%2F2009&text=Define%20a%20%20C3%81rea%20de%20Prote%C3%A7%C3%A3o,Reservat%C3%B3rio%20Billings%20%2D%20APRM%2DB>> Acesso em: 05 out. 2021.

SCARPIONI, Marcos. Esperanças e contradições para o meio ambiente em Rio Grande da Serra. **A Tribuna da Serra**, Rio Grande da Serra, ed. 50. 26 out. 2012, p. 03.

SCARPIONI, Marcos; ALCÂNTARA, Ana Lúcia Avelar Spinela Vaz de; MARINHO, Marcos de Alcântara. RIO GRANDE – Ecologia Urbana, Corpo Hídrico e suas Relações com as Presente e Futuras Gerações. **Revista Multidisciplinar de Meio Ambiente e Educação**. ed. única. v. 2, n. 4, dez./2021. DOI <https://doi.org/10.51189/rema/2702>.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO [SINIS]. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Disponível em: <[www.sinis.gov.br](http://www.sinis.gov.br)> Acesso em 05 jan. 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando os Rios** – O retrato da qualidade de águas nas bacias da Mata Atlântica. São Paulo: SOS Mata Atlântica, 2019.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas Urbana: Interfaces no gerenciamento. In: PHILIPPI JR. Arlindo [Editor]. **Saneamento, Saúde e Ambiente** – Fundamentos para o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Manole, 2005. p. 375-438.

YIN, ROBERT K. **Estudo de Caso**. Planejamento e Métodos. 2 ed. [trad. Daniel Grassi]. [reimpressão]. Porto Alegre: Bookman, 2004.


WEATHER CHANNEL. **Clima em Rio Grande da Serra**. Disponível em: <<https://weather.com/>> Acesso em: 03 mai. 2021.

## **ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO EM ESTÂNCIAS HIDROMINERAIS: *DIAGNÓSTICO, CONSERVAÇÃO E PROMOÇÃO DO PATRIMÔNIO HIDROGEOLÓGICO***

Maxwell Luiz da Ponte

**RESUMO:** Os elementos naturais e culturais associados a águas subterrâneas e ao seu contexto geológico são expostos a diversas pressões e riscos impostos à disponibilidade e qualidade hídrica. Ao longo da história, as águas subterrâneas foram entendidas, prioritariamente, como recursos e reservas hídricas, com progressivo aumento da demanda de uso para abastecimento urbano, agropecuária e indústria. Apesar de poucas iniciativas, as águas subterrâneas podem ser associadas com outras funções, como lazer, recreação, saúde e bem-estar. A ocorrência de anomalias hidrogeoquímicas, em especial, confere às águas subterrâneas valores econômico, turístico e educativo. No Brasil, as cidades em que tais recursos servem ao uso terapêutico e envase são denominadas de Estâncias Hidrominerais. Não obstante a relevância do patrimônio hidrogeológico para a economia e o desenvolvimento desses municípios, nota-se que a população local carece de conhecimento acerca da origem, significado, importância e vulnerabilidade desses recursos. Nesse contexto, discute-se estratégias de geoconservação que podem ser desenvolvidas nessas localidades, favorecendo a geoconservação, consoante o diagnóstico, a conservação e a promoção do patrimônio hidrogeológico.

**Palavras-chave:** Geodiversidade. Recursos hídricos. Patrimônio Hidrogeológico.

M. L. Ponte (  ). Doutor em Ciências. Universidade Estadual de Campinas – Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra. Campinas, SP, Brasil.

© *Este trabalho integra a obra: E. C. Wenceslau & M. L. Ponte (eds.). Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas. São José do Rio Preto, SP: Reconnecta Soluções, 2022.*

## INTRODUÇÃO

Os elementos naturais e culturais associados a águas subterrâneas e ao seu contexto geológico são expostos a diversas pressões e riscos impostos à disponibilidade e qualidade hídrica (SCHIRMER; LESCHIK; MUSOLFF, 2013). A ocorrência de anomalias hidrogeoquímicas confere características composicionais diferenciadas às águas subterrâneas, resultando em particularidades com valores histórico, sociocultural, econômico, ambiental, geológico, turístico, paisagístico, educativo, dentre outros (LOPEZ; GIL; NAVARRO, 1997; RODRÍGUES-ESTRELLA, 1999, 2001, MARTINEZ; MORENO, 2010; SIMIC; LJILIANA; SRDAN, 2010; YUCEER *et al.*, 2021).

Fenômenos naturais relacionados a tais sistemas aquíferos, como por exemplo fontes termais, jorjantes e as anomalias hidrogeoquímicas, estão entre os “maiores patrimônios naturais da geodiversidade mundial”, e as águas subterrâneas são utilizadas, ainda, para abastecimento público, atividades econômicas como envase de água mineral, turismo, hidroterapia, farmacologia, dentre outros (LAZZERINI, 2005; 2013). As atividades econômicas, de exploração da água subterrânea, podem ser acompanhadas por atividades de destacado valores educacional e científico, associados com a apresentação e explanação de fenômenos e problemáticas do contexto geológico, geofísico, biogeoquímico que resultam nas águas minerais e suas propriedades (LANGER, 2020).

No Brasil, o Código de Águas Minerais estabelece como Estâncias Hidrominerais as localidades onde as águas subterrâneas são utilizadas com fins terapêuticos, para exploração e envase, integrando elementos edificados e culturais tais como fontanários, balneários, termas, hotéis, praças e parques. Sabe-se que as Estâncias Hidrominerais no Brasil tiveram seu apogeu econômico na década de 40, considerada a época dos “anos dourados do turismo brasileiro”, na qual os recursos naturais utilizados à fins terapêuticos foram associados à jogos, espetáculos e luxos para a elite nacional (PAIXÃO, 2007).

Em 1946, com a proibição de jogos no Brasil (BRASIL, 1946) tais localidades passaram a depender somente dos usos terapêuticos dos bens naturais, e entraram em declínio do potencial turístico (HAMMLER; SILVEIRA; BENTTI, 2015; SOLHA *et al.*, 2010; PAIXÃO, 2007). Desde então, a identidade e as atividades econômicas das Estâncias Hidrominerais deixaram de ser predominantemente turísticas e de lazer, e passaram a ser majoritariamente exploratória e mercadológica, voltada à indústria dos recursos hídricos subterrâneos (COSTA; MENDONÇA; MAGNO, 2019; SOUZA; ALCÂNTARA, 2019), alijando a população local de seu uso recreativo e de saúde, e consequentemente, comprometendo a percepção do significado patrimonial (WENCESLAU, PONTE; PIRANHA, 2018). Atualmente, identifica-se nos territórios das Estâncias Hidrominerais significados diferentes relacionados às águas subterrâneas: água como saúde, água como direito e água como recursos econômico (COSTA; MENDONÇA; MAGNO, 2019). Nesse contexto, buscou-se, neste estudo, discutir a importância de estratégias de geoconservação para o patrimônio hidrogeológico de Estâncias Hidrominerais.

## GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO

A Geodiversidade é considerada como o substrato físico e natural para a diversidade da vida (BRILHA, 2015; 2016), podendo ser definida como a diversidade natural de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (processos da paisagem e físicos), hidrológicas e os solos, incluindo os conjuntos, as estruturas, os sistemas, as contribuições para a paisagem (GRAY, 2018a; 2018b). Além disso, a geodiversidade integra o conjunto de materiais geológicos extraídos da natureza (geodiversidade *ex situ*)

e que são utilizados como matéria prima para as construções humanas (BRILHA, 2015; 2016; BRILHA *et al.*, 2018; PONCIANO *et al.*, 2011).

A geodiversidade pode ser caracterizada quantitativa e qualitativamente (BRILHA *et al.*, 2018), por seus valores intrínseco, científicos, educativos, turísticos (CROFTS *et al.*, 2020) ou por seus serviços ecossistêmicos, conforme cinco funções: regulação, provisão, suporte, culturais e de conhecimento. Essas funções abarcam vinte e cinco serviços distintos (GRAY, 2008). Os estudos de elementos e sítios de geodiversidade, integrando estudos geológicos técnicos e específicos, têm revelado valores e serviços sistêmicos de elementos da diversidade geológica, caracterizando-os, em decorrência, como patrimônio geológico, geossítios, sítios da geodiversidade ou elementos da geodiversidade (BRILHA, 2016). As classificações de elementos da geodiversidade têm destacada importância para a definição de prioridades nas estratégias de geoconservação (BRILHA, 2015; BRILHA *et al.*, 2018; GARCIA *et al.*, 2018, 2019; GRAY, 2018b).

Considerando a importância dos estudos da Geodiversidade para o desenvolvimento sustentável (HENRIQUES *et al.*, 2011; PROSSER, 2013), a Geoconservação emergiu como uma ciência no ramo das Ciências da Terra (HENRIQUES *et al.*, 2011) e pode ser definida como o conjunto de ações que visam conservar e promover o cuidado com a Geodiversidade, incluindo identificação, avaliação, proteção, gestão, promoção e interpretação (PROSSER, 2013). Assim, o principal objetivo da geoconservação pode ser entendido como sendo o de conservar a diversidade geológica.

Atualmente, a geoconservação possui um amplo portfólio de ações em diferentes escalas e mediadas por diferentes órgãos e atores (CRISP, ELLISON, FICHER, 2020; PROSSER, 2013). Segundo Garcia *et al.* (2022), as estratégias em geoconservação possuem três etapas essenciais, sendo elas:

1. Diagnóstico: envolve pesquisas científicas relacionadas à produção de conhecimento sobre a geodiversidade, por meio de inventários, avaliações, caracterização e indicações de proteção e uso;
2. Conservação: envolve aspectos relacionados a políticas públicas e legislação ambiental, voltadas à proteção legal, conservação e monitoramento da geodiversidade;
3. Promoção: envolve estratégias de comunicação, educação, cultura e turismo, que resultem na valorização, interpretação e disseminação da geodiversidade.

À luz desse referencial teórico, discute-se aspectos relacionados às estratégias de geoconservação relacionados ao patrimônio hidrogeológico, com enfoque nas Estâncias Hidrominerais.

## DIAGNÓSTICO

Existem diversos apontamentos relacionados ao diagnóstico do patrimônio hidrogeológico, como mostra-se a seguir. A partir de diversos estudos (LOPEZ; GIL; NAVARRO, 1997; RODRÍGUES-ESTRELLA, 1999, 2001, MARTINES; MORENO, 2010; SIMIC; LJILIANA; SRDAN, 2010) pode-se entender que o patrimônio hidrogeológico abarca o conjunto de geossítios associados às águas subterrâneas, sejam naturais (como nascentes e anomalias hidrogeoquímicas relacionadas à composição da

água ou termalismo) ou construídos/culturais (fontanários, balneários, hidroterapia, turismo, crenças e mitos).

O patrimônio hidrogeológico foi apontado por Lopez, Gil, Navarro (1997) como um dos mais importantes e vulneráveis patrimônios naturais, com numerosos valores, como: mineromedical, lúdico, de lazer, de contemplação, intrínseco e histórico (constituindo o agente terapêutico natural mais utilizado desde a antiguidade, seja de modo preventivo ou curativo). Segundo Rodríguez-Estrella (1999, 2001), o patrimônio hidrogeológico é constituído por sítios relacionados às águas subterrâneas, que possuem certa singularidade, ao menos a nível regional, do ponto de vista científico, cultural, histórico, educativo, paisagístico ou recreativo.

Por sua vez, Simic, Ljiljana e Srdan (2010) apontam o patrimônio hidrogeológico como parte do patrimônio hidrológico, destacando seus valores ecológico, científico, educacional, sociocultural, estético e intrínseco, com significado imensurável como um recurso indispensável à espécie humana.

Assim, constituem o patrimônio hidrogeológico:

- as anomalias hidrominerais (como presença de elementos traços, ocorrência de termalismo na fonte) que possibilitam compreender o fenômeno da estrutura geológica que os originam;
- a evolução histórica, social e econômica dos municípios, relacionando o desenvolvimento local com a ocorrência de elementos da hidrogeologia;
- usos das águas para fins medicinais/terapêuticos (consumo direto nos fontanários, banhos de imersão e termais).

Apesar das Estâncias Hidrominerais estarem diretamente relacionadas ao patrimônio hidrogeológico, conforme preconiza o Código das Águas, não foram identificadas na literatura iniciativas de catalogação e inventários do patrimônio hidrogeológico. Segundo Martinez e Moreno (2005) destacam, trata-se de um elemento da geodiversidade com extrema fragilidade e que pode ser rapidamente deteriorado pelas ações antrópicas, de modo que sua conservação depende da catalogação e a definição de medidas de proteção.

## Conservação

O Código de Águas Minerais do Brasil, em seu artigo 1º, determina que as Águas minerais são” aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa” (BRASIL, 1945). Devido às particularidades de suas águas, Estâncias Hidrominerais apresentam potencial econômico associado aos seus usos, mas também riscos relacionados à degradação dos recursos hídricos, seja quantitativa ou qualitativamente, o que torna necessária a formulação de estratégias que fomentem sua preservação e o uso sustentável desse patrimônio natural (LAZZERINI, 2005; PONTE; PIRANHA, 2018). Segundo Simic *et al.* (2012), os principais problemas relacionados à proteção do patrimônio hidrológico são:

- Atitudes individuais e coletivas inadequadas relacionadas as águas, que resultam da falta de conhecimento de suas características, valor e importância. Segundo o autor esse é o problema mais básico e comum e a educação é a solução mais clara e direta para este problema, aliada à arranjos legais.

- A necessidade permanente de uso da água como recursos, mas sem critérios e leis adequadas para aliar utilização e conservação;
- A falta de entendimento do valor da água e sua importância para o equilíbrio do sistema natural, e, especialmente, falta de compreensão da interdependência no ciclo hidrológico: protege-se águas superficiais, mas quedas d'águas e fontes não possuem proteção considerável;
- A falta de conhecimento específico, profissionais especialistas, estudos para inventariar e promover o patrimônio hidrológico.

Estudos relacionados à estrutura legal e política em que se baseiam as Estâncias Hidrominerais Brasileiras destacam a vulnerabilidade do patrimônio material e imaterial dessas comunidades, relacionados às águas subterrâneas, frente ao modelo de gestão e do contexto de crescimento do mercado de águas engarrafadas (ALENCAR, 2020; COSTA, MENDONÇA, MAGNO, 2019; FEICHAS, 2019; NINIS; DRUMMOND, 2008; SOUZA; ALCÂNTARA, 2019). O uso das águas minerais nas Estâncias prioriza o modelo exploratório e utilitarista, fragilizando o uso da água subterrânea para consumo direto, engarrafamento e balneoterapia (NINIS; DRUMMOND, 2008).

Cabe considerar a situação precária em que se encontram a maior parte das Estâncias Hidrominerais na atualidade, evidenciando a estagnação do turismo, o sucateamento das estruturas dos balneários (SILVA; PERINOTO, 2007; SOLHA *et al.*, 2010), e, até mesmo, o colapso da exploração, com episódios de restrição hídrica (NINIS; DRUMMOND, 2008; VARNIER, ODA, IRITANI, 2006;). O modelo de gestão de recursos hídricos adotados, nomeadamente ao título de Estância Hidromineral, prioriza a exploração plena dos aquíferos (NINIS; DRUMMOND, 2008), indicando que as prioridades gestoras ainda não agregam a conservação do patrimônio natural. Um estudo da estrutura legal e política em que se baseiam as estâncias hidrominerais brasileiras, realizado por Ninis e Drummond (2008, p. 149), destaca a vulnerabilidade do patrimônio material e imaterial dessas comunidades frente ao modelo de gestão e do contexto de crescimento do mercado de águas engarrafadas. Segundo os autores, a extração de águas minerais parte de princípios “estritamente produtivista da autarquia responsável pela sua gestão, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)”:

Esse modelo minerário de gestão fragiliza a água subterrânea utilizada para consumo direto, engarrafamento e balneoterapia, pois não leva em consideração que ela é parte de um sistema hidrológico natural, amparado e protegido pela legislação ambiental, de modo geral, e pela legislação sobre água, de modo específico (NINIS; DRUMMOND, 2008, p. 154).

Dessa maneira, os preceitos legais das Estâncias Hidrominerais (BRASIL, 1945) tornam-se um entrave à proteção do patrimônio natural mais relevante dessas estâncias, o hidrogeológico. Ninis e Drummond (2008, p. 14) apontam que “os seus recursos hídricos estão sujeitos à exploração em escalas e com métodos não-condizentes com os preceitos da sustentabilidade, o que implica em prejuízos para a estabilidade comunitária”. Ainda segundo os autores, há outras possibilidades legais para a proteção do patrimônio, de maneira que tais localidades poderiam ser enquadradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), como uma categoria das unidades do grupo de uso sustentável.

Em consonância, Feichas (2019), destaca a urgência da proteção da água como elemento mantenedor da vida, economia, cultura, saúde e desenvolvimento social nas



Estâncias Hidrominerais, com vistas a garantir sua disponibilidade e qualidade para próximas gerações, conforme preconiza a Constituição Federal do Brasil.

### **Promoção**

Devido ao contexto socioambiental, as Estâncias Hidrominerais estão fortemente vinculadas ao patrimônio hidrogeológico, histórica, cultural e socialmente. Nesse sentido, o patrimônio dessas localidades – águas subterrâneas, anomalias hidrogeoquímicas, termalismo, balneários, cachoeiras, nascentes, dentre outros – as tornam “locais privilegiados de aprendizagem de geologia com integração de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (RODRIGUES; CANILHO; CARVALHO, 2011, p. 5).

Apesar disso, o termalismo e anomalias hidrogeoquímicas suscitam dúvidas e revelam incompreensões junto às populações que vivem nestes locais ou que os visitam, alimentando mitos e superstições (QUINTELA, 2004; LAZZERINI, 2013; WENCESLAU; PONTE; PIRANHA, 2018) em detrimento da valorização e conservação desse patrimônio natural. Em razão da carência de conhecimentos geocientíficos, as comunidades locais e os turistas que visitam as Estâncias Hidrominerais comumente associam as propriedades físico-químicas da água, e as características organolépticas decorrentes, a questões “simbólicas” e “místicas” (LAZZERINI; BONOTTO, 2014).

Segundo Simić *et al.* (2010; 2012) atitudes individuais e coletivas inadequadas, relacionadas às águas e que resultam da falta de conhecimento de suas características, valor e importância, obstam a conservação e a sustentabilidade do patrimônio hidrológico e, por consequente, das comunidades. Diversos autores apontam que o conhecimento sobre os recursos hídricos se tornou uma urgência sociopolítica, com vistas à sua sustentabilidade (REINFRIED; TEMPELMANN; AESCHBACHER, 2012; UNTERBRUNER; HILBERG; SCHIFFL, 2016). Destaca-se a importância de ações educativas permanentes, de modo a garantir o uso consciente dos recursos hídricos subterrâneos, e evidencia-se ainda uma forte demanda por experiências didáticas e práticas de ensino, desenvolvidas especificamente para conscientização em relação à importância desses (GRAMINHA *et al.*, 2009; UHLENBROOK; JONG, 2012; GALDIANO *et al.*, 2016; CARDOZO *et al.*, 2017).

Nesse sentido, Ponte e Piranha (2018) apontam que as diretrizes para avançar no sentido da geoconservação nas Estâncias Hidrominerais passa pela educação em Ciências da Terra: na educação básica, na formação de professores, na formação de gestores públicos e na divulgação científica junto à população em geral. Sabe-se que os conhecimentos geocientíficos, na medida em que possibilitam a compreensão da Geodiversidade, promovem seu reconhecimento, tornam-se imprescindíveis para a sua conservação (PIRANHA; DEL LAMA; BACCI, 2011) e para o desenvolvimento sustentável, podendo dirimir ou prevenir os impactos relacionados ao uso dos recursos naturais (REBELO *et al.*, 2015).

Em associado, destaca-se a importância da formação continuada de gestores e educadores locais, que possibilite o estudo da Hidrogeologia, desde a introdução aos conceitos básicos até questões mais específicas vinculadas ao exercício desses profissionais. Segundo o Programa Nacional de Águas Subterrâneas do Governo Federal (BRASIL, 2018, n.p.),

É notória a necessidade de capacitação em águas subterrâneas, porque as informações, os cursos e os trabalhos na área de hidrogeologia são esparsos. A sociedade pouco conhece e discute o assunto e são raras as iniciativas para a mobilização e educação ambiental que incorporem o tema. No que se refere à gestão das águas subterrâneas as dificuldades e a falta de integração são ainda maiores, havendo a necessidade de envidar esforços no sentido de promover a

inserção da temática nas ações e atividades relacionadas à Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

Segundo Silva (2008, p. 175) “os subsídios geológicos são, portanto, estratégicos e indissociáveis do planejamento e gestão ambiental do turismo, principalmente em estâncias”. Neste sentido, no caso dos gestores, considera-se de extrema importância que as formações apresentem a eles aspectos legais e administrativos relacionados aos recursos hídricos subterrâneos, à proteção e conservação da natureza e à formulação de políticas públicas efetivas para a divulgação e conservação do patrimônio local, no caso dos gestores. Estes conceitos poderão mobilizar os gestores no questionamento dos impactos causado pelo modelo de gestão “exploratório” vigente (PONTE; PIRANHA, 2018).

Além disso, considerando tratar-se de uma modalidade de Estância Turística, destaca-se a importância da divulgação geocientífica junto as comunidades locais e aos turistas. Sobretudo, devido ao fato de que esta divulgação pode dirimir as incompreensões, que subsidiam as crenças “místicas”, como de “curas milagrosas”, associadas ao uso e consumo das águas subterrâneas. Além disso, deverá promover a valorização do patrimônio, destacando suas particularidades associadas aos usos terapêuticos, farmacológicos e estéticos da água. Assim, deve-se abordar conceitos importantes como “termalismo” e “balneoterapia”, buscando divulgar evidências científicas que indiquem contributos das anomalias hidrogeoquímicas, tais como temperatura, pH, radioatividade, presença e concentração dos minerais, entre outras (PONTE; PIRANHA, 2018).

### *Geoturismo*

As Estâncias Hidrominerais apresentam-se em momento de crítica saturação da atratividade turística (GESICKI. SINDICO, 2013; SILVA; PERINOTTO, 2007). Segundo Gesicki e Sindico (2013, p. 75-76):

O segmento da água mineral no Brasil há muitas décadas deixou de ser destinado ao uso terapêutico [...] Mesmo no caso dos balneários, perdeu-se o foco no uso medicamentoso das águas minerais e termais, que migrou para o que se conhece hoje por termalismo recreativo, ou simplesmente, turismo de lazer. [...] Ao mesmo tempo em que foi perdido o elo entre o segmento de água mineral e a Medicina, o setor testemunhou uma mudança radical de foco, quando a produção de água mineral engarrafada aumentou significativamente, superando em importância os balneários.

Além disso, Ninis e Drummond (2008, p. 164) consideram que estas áreas estão desprotegidas e apontam a necessidade de “disseminar a concepção do acesso à água mineral como um direito fundamental das populações que vivem da exploração sustentável desse recurso, em associação com uma outra concepção: a das águas minerais como um patrimônio da humanidade”.

Neste contexto, o advento do geoturismo pode apresentar novos produtos de interesse turístico e contribuir para o desenvolvimento sustentável destas localidades, em atenção à conservação do patrimônio geológico (SILVA; PERINOTTO, 2007). O “geoturismo” refere-se às atividades turísticas com enfoque e diretamente relacionadas à visitação e interpretação da Geodiversidade, natural, construída ou musealizada –, é considerado uma forma relativamente nova de turismo (HOSE *et al.*, 2011). Apesar de não existir um consenso entre estudiosos se o geoturismo é um segmento turístico (SILVA *et al.*, 2021), atualmente no Brasil, propõe-se que o geoturismo seja considerado como

um novo segmento que objetiva a visitação e interpretação de locais com recursos geológicos e correlacionados que, somados aos aspectos sociais, culturais e históricos das destinações, se configuram como atrativos turísticos, e que visa a valorização de patrimônios natural e cultural, por meio de visita e interpretação de atrativos abióticos (SILVA *et al.*, *op. cit.*).

No âmbito do desenvolvimento socioeconômico, o geoturismo por promover a diversificação dos atrativos turísticos (SILVA *et al.*, 2021). A diversificação e refuncionalização do turismo são importantes para reverter o cenário de fragilidade social, econômica e ambiental de muitas comunidades que se projetam turísticas, sobretudo observada nos pequenos municípios brasileiros (ALVES; ENDLICH, 2017). Segundo Pereira, Cunha e Theodoro (2016, p. 304) “o desenvolvimento do geoturismo [...] é uma maneira dinâmica de divulgar este geopatrimônio a um maior número possível de pessoas, sejam turistas ou não, visando sua geoconservação”.

Nesse sentido, o patrimônio das Estâncias Hidrominerais – águas subterrâneas, anomalias hidrogeoquímicas, termalismo, balneários, cachoeiras, nascentes, dentre outros – as tornam “locais privilegiados de aprendizagem de geologia com integração de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (RODRIGUES; CANILHO; CARVALHO, 2011, p. 5). Ademais, o geoturismo, ao promover o reconhecimento do patrimônio hidrogeológico, poderá fortalecer as iniciativas de uso terapêutico das águas subterrâneas nas Estâncias Hidrominerais, preconizadas no âmbito do Programa Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. Tais práticas ainda são pouco exploradas como fator de recuperação, manutenção e promoção da saúde por carência de informação e pesquisa científica (HELLMANN; DRAGO, 2017; SANTOS *et al.*, 2021).

A integração dos valores turístico, educativo, econômico, cultural e histórico dos elementos que constituem o patrimônio hidrogeológico, potencializada pelo geoturismo, poderá possibilitar que o turismo assumira uma maior acuidade com a geoconservação, a divulgação científica e a popularização do conhecimento geocientífico (PONTE; PIRANHA, 2018). Evidentemente, a implementação das atividades requer estudos relacionados à capacidade de carga de cada localidade, para que sejam adotadas medidas legais e administrativas tais como controle de visitação, monitoramento e mitigação de impactos gerados pelo turismo, além da institucionalização de programas educacionais e de divulgação geocientífica junto a moradores e turistas (ALENCAR, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Estâncias Hidrominerais possuem diversos elementos da geodiversidade tais como fontanários, termalismo, anomalias hidrogeoquímica, balneários. Entretanto, é grande a demanda de ações e estratégias em geoconservação voltadas ao diagnóstico, à conservação e à promoção do patrimônio hidrogeológico nessas localidades, o que tem comprometido a gestão e o uso sustentável das águas subterrâneas, não obstante sua importância sociocultural e econômica para as Estâncias Hidrominerais.

Assim, destaca-se a importância de ações voltadas ao inventário e caracterização de sítios e elementos da geodiversidade que integram o Patrimônio Hidrogeológico das Estâncias Hidrominerais. Em associado, nota-se a necessidade de rever o enquadramento dos recursos hídricos subterrâneos dessa localidade, pois, atualmente, predomina-se um modelo utilitarista que coloca em risco a sustentabilidade socioeconômica e ambiental das comunidades das Estâncias Hidrominerais.

A promoção desses elementos requer a participação de docentes e gestores locais em cursos de formação continuada que possibilitem a compreensão de conhecimentos técnicos e geocientíficos. Isto legitimará práticas que se voltem à valorização e

conservação do patrimônio local. Ademais, a educação não-formal e a divulgação geocientíficas associadas ao turismo das águas pode contribuir com a geoconservação.

Finalmente, aponta-se que geoturismo pode emergir como uma possibilidade de diversificação do turismo nas Estâncias Hidrominerais, fortalecendo-as econômica, social e culturalmente.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, G. S. S. Balneário do Caldas: um olhar da comunidade local. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 72-77, 2020.

ALVES, L. M.; ENDLICH, A. M. Destinos indutores do turismo: uma estratégia de desenvolvimento para pequenos municípios? **Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 9, n. 1, p. 3-24, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de águas subterrâneas**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/programa-nacional-de-aguas-subterraneas>>. Acesso em 06 jan 2018.

BRILHA, J. Concept of geoconservation. In: TIESS, G.; MAJUMDER, T.; CAMERON, P. (Eds.), **Encyclopedia of Mineral and Energy Policy**. Berlin: Springer-Verlag, 2015.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, v. 8, p. 119-134, 2016.

BRILHA, J.; GRAY, M.; PEREIRA, D. I.; PEREIRA, P. Geodiversity: na integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. **Environmental Science & Policy**, v. 86, p. 19-28, 2018.

CARDOZO, B. S.; WHITAKER, M. C.; ESCOLANO, A. C. M.; DORNFELD, C. B. Águas subterrâneas: proposta de material educativo para aulas de ciências do ensino fundamental ciclo II (Ilha Solteira, SP). In: Encontro Nacional de Educação em Ciências, Florianópolis, Santa Catarina, 2017. **Anais... XI ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2017.

COSTA, J. P. M.; MENDONÇA, M. A. F. C.; MAGNO, L. As vertentes das águas minerais: um conflito ambiental em Caxambu, MG. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 2, p. 165-182, 2019.

CRISP, J. R. A.; ELLISON, J. C.; FISCHER, A. Current trends and future directions in quantitative geodiversity assessment. **Progress in Physical Geography**, v. 45, n. 4 p. 514-540, 2020.

CROFTS, R.; GORDON, J. E.; BRILHA, J.; GRAY, M.; GRUNN, J.; LARWOOD, J.; SANTUCCI, V. L.; TORMEY, D.; WORBOYS, G. L. **Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas**. Best Practice Protect Area Guidelines Series No. 31. Gland, Suíça: IUCN, 2020.

FEICHAS, R. V. Efeitos disruptivos sobre os meios de proteção das águas minerais no perímetro das estâncias hidrominerais. **Memória CULT**, n. 27, 2019

GALDIANO V.G., CARNEIRO C. D. R., BALSALOBRE B., PEREIRA S. Y., SOUZA L. C., VILELA R. C. C. L., MANTESSO-NETO V., BARTORELLI A., SIMONATO M. D., ANELLI L. E. Programa Aquífero Guarani: difusão de hidrogeologia nas praças públicas e escolas. **In:** Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 19, Campinas, 2016. **Anais...** CABAS, 2016.

GARCIA, M. G. M., BRILHA, J., LIMA, F. F., VARGAS, J. C., PÉREZ-AGUILLAR, A., ALVES, A., ... SHIMADA, H. The inventory of geological heritage of the state of São Paulo, Brazil: methodological basis, results and perspectives. **Geoheritage**, v. 10, n. 2, p. 239-258, 2018.

GARCIA, M. G. M.; DEL LAMA, E. A.; MARTINS, L.; MAZOCA, C. E. M.; BOUROTTE, C. L. M. Inventory and assessment of geosites to stimulate regional sustainable management: the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 2, e20180514, 2019.

GARCIA, M. G. M.; NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; PEREIRA, R. G. F. Geoconservation strategies framework in Brazil: Current status from the analysis of representative case studies. **Environmental Science and Policy**, v. 128, p. 194–207, 2022.

GESICKI, A. L. D; SINDICO, F. Gestão das águas minerais no Brasil: panorama legal atual e perspectivas futuras. *Revista do Instituto Geológico*, v. 34, n. 2, p. 69-88, 2013.

GRAMINHA, C. A.; OLIVEIRA, S. C.; TAVARES, M. F.; BERGAMASCHI, G. Proposta de prática de ensino em hidrogeologia: exemplo do aquífero guarani no município de Araraquara, SP. **In:** Congresso de Meio Ambiente da Universidade Grupo de Montevideú, 6, São Carlos, São Paulo, 2009. **Anais...** VI Congresso de Meio Ambiente UGM, 2009.

GRAY, M. Geodiversity: developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 119, p. 287-298, 2008.

GRAY, M. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Elsevier, 2018b. p. 13-25.

GRAY, M. The confused position of the geosciences within the “natural capital” and “ecosystem services” approaches. **Ecosystem Services**, v. 34, p. 106–112, 2018a.

HAMMERL, P. C.; SILVEIRA, R. L. L.; BENETTI, J. A industrialização e o desenvolvimento do turismo no Brasil: da expansão cafeeira à política varguista. **Revista Turydes: Turismo y Desarrollo**, v. 8, n. 18, p. 1-16, 2015.

HELLMANN, F.; DRAGO, L. C. Termalismo e crenoterapia: potencialidades e desafios para a saúde coletiva no Brasil. **Journal of Management and Primary Health Care**, v. 8, n. 2, p 309-321, 2017.

HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P.; BRILHA, J.; MOTA, T. Geoconservation as an emerging Geoscience. **Geoheritage**, v. 3, p. 117-128, 2011.

HOSE, T. A.; MARKOVIC, S. N.; KOMAC, N.; ZORN, M. Geotourism – a short introduction. **Acta geographica Slovenica**, v. 51, n. 2, p. 339- 342, 2011.

LANGER, P. Groundwater Mining in Contemporary Urban Development for European Spa Towns. **Journal of Human, Earth, and Future**, v. 1, n. 1, 2020.

LAZZERINI, F. T. Estâncias Hidrominerais do Brasil. **Revista Mercado das Águas**, v. 22, 2005. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/estancias-hidrominerais-do-brasil/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

LAZZERINI, F. T. **Fontes hidrominerais do Brasil**: Componentes Biologicamente Ativos (BAC) naturais. 270f., 2013. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo, 2013.

LAZZERINI, F. T.; BONOTTO, D. M. Fontes de águas “milagrosas” no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. II, p. 559-572, 2014.

LOPEZ, P. C.; GIL, F. J. M.; NAVARRO, J. A. S. Las aguas mineromedicinales de las cuencas riojanas orientales como patrimonio hidrogeológico. *Zubía*, v. 15, p. 55-62, 1997.

MARTINEZ, M.; MORENO, L. Los balnearios olvidados y las salinas de interior de la region de Murcia: un patrimonio hidrogeológico a redescubrir y su aplicación a la didáctica geológica. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 13, n.2, p. 177-184, 2005.

NINIS, A. B.; DRUMMOND, J. A. Áreas (des)protegidas do Brasil: as estâncias hidrominerais. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, n. 1, p. 149-166, jan/jun 2008.

PAIXÃO, D.L.D. Thermae et ludus: o início do turismo de saúde no Brasil e no mundo. *Turismo em análise*, v. 18, n. 2, p. 113-147, 2007.

PEREIRA, Luciano Schaefer; CUNHA, Lúcio Sobral; VIEIRA, R. de S. Inventariação de potenciais locais de interesse geoturístico em João Pessoa (PB) e litoral sul do estado. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 17, n. 60, p. 211-223, 2016.

PIRANHA, J. M.; DEL LAMA, E. A., BACCI, L. C. D. Geoparks in Brazil: strategy of Geoconservation and Development. **Geoheritage**, v. 3, p. 289-298, 2011.

PONCIANO, L.C.M.O.; CASTRO, A. R. S. F.; MACHADO, D. M. C.; FONSECA, V.M.M.F.; KUNZLER. Patrimônio geológico-paleotológico in situ e ex situ: definições, vantagens, desvantagens e estratégias de conservação. In: CARVALHO, I. S.; SRIVASTAVA, N. K.; STROHSCHOEN-JUNIOR, O.; LANA, C.C. **Paleontologia: cenários da vida**, v. 4, Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Importância do conhecimento geocientífico para a Geoconservação em Estâncias Hidrominerais. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA*, 8, Campinas, São Paulo, 2018. **Anais...Campinas, SP: UNICAMP/IG**, 2018. p. 596-601.

PROSSER, C. D. Our rich and varied geoconservation portfolio: the foundation for the future. **Proceedings of the Geologists Association**, v. 124, p. 568-580, 2013.

QUINTELA, M. M. Cura Termal: entre as práticas “populares” e os saberes “científicos”. *In: Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais*, 8, Coimbra, Portugal, 2004. **Anais... VIII CONGRESSO LUSO-AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS**, 2004.

REBELO, D.; MORGADO, M.; BONITO, J.; MEDINA, J.; MARQUES, L.; ANDRADE, A.S.de. A consciência ambiental na formação de professores em Geociências: contribuições para um enquadramento conceitual. *In: BACCI, D.C. (ORG.) Geociências e Educação ambiental*. 1. Ed. Curitiba: Ponto Vital, 2015. (Não paginado).

REINFRIED, S.; TEMPELMANN, S.; AESCHBACHER, U. Addressing secondary school students' everyday ideas about freshwater springs in order to develop an instructional tool to promote conceptual reconstruction. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, n. 5, p. 1365-1377, 2012.

RODRIGUES, J.; CANILHO, S.; CARVALHO, C. N. Património geológico do geopark Nartutejo: aplicações ao ensino de hidrogeologia e geoquímica. *In: Congresso Ibérico de geoquímica*, 8, Castelo Branco, Portugal, 2011. **Anais do VIII Congresso Ibérico de Geoquímica**, 2011.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. Some considerations on the concept of “Hydrogeological Heritage” with special references to the hydrogeological heritage of the Murcian Region of Spain. *In: BARETTINO, D.; VALLEJO, M.; GALLEGU, E. (Ed.) Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1999. p. 166-171.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. El Patrimonio hidrogeológico de la Región de Murcia. *In: COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA. Reflexiones sobre el futuro del agua ante el siglo XXI. Libro homenaje a Emilio Pérez*. Murcia, 2011. P. 225-257.

SANTOS, J. K. F. *et al.* Práticas integrativas e complementares em saúde primária: revisão da narrativa. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 13, n. 1, p. 2, 2021.

SCHIRMER, M.; LESCHIK, S.; MUSOLFF, A. Current research in urban hydrogeology – a review. **Advances in Water Resources**, v. 51, p. 280-291, 2013.

SILVA, G. B.; NEIVA, R. M. S.; FONSECA-FILHO, R. E.; NASCIMENTO, M. A. L. Potencialidades do Geoturismo para a Criação de uma nova segmentação turística no Brasil. **Revista Turismo em Análise**, v. 32, n. 1, p. 1-18, 2021.

SILVA, J. R. B.; PERINOTTO, J. A. J. O geoturismo na geodiversidade de Paragaçi Paulsita como modeo de geoconservação das estâncias. **Global Tourism**, v. 3, n. 2, n. p., 2007. Disponível em: <<http://perioticosdeturismo.com.br>>. Acesso em 05 out. 2017.

SIMIC, S.; BOJAN, G.; NENAD, Z.; LJILJANA, G. Protection of Hydrological Heritage Sites of Serbia: problems ans perspectives. **Geographica Pannonica**, v. 16, n. 3, p. 84-93, 2012.

SIMIC, S.; LJILJANA, G.; SRDAN, B. Hydrological heritage: New direction in hydrology and Geoheritage. *Glasnik Srpskog geografskog drustva*, v. 90, n. 4, p. 83-102, 2010.

SOLHA, K.T.; ALDRIGUI, M.; ALMEIDA, M. V.; RAIMUNDO, S. Estâncias Turísticas do Estado de São Paulo: Apontamentos Históricos sobre suas Origens, Situação Atual e Perspectivas de Desenvolvimento. In: Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo, 7, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010. Anais do VII Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo, 2010.

SOUZA, A. P. L.; ALCÂNTARA, V. C. Descrenoterapizar: o saber popular originário, a tecnociência e o mercado. In: MORAES, N. R. et al. (Orgs). **Povos originários e comunidades tradicionais**: trabalhos de pesquisa e de extensão universitária – volume 3. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

UNTERBRUNER, U.; HILBERG, S.; SCHIFFL, I. Understanding groundwater – students' pre-conceptions and conceptual change by means of a theory-guided multimedia learning program. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 20, n. 6, p. 2251-2266, 2016.

VARNIER, C; ODA, G.H.; IRITANI, M.A. A Experiência do Instituto Geológico em Estudos de Proteção dos Recursos Hídricos Subterrâneos no Estado de São Paulo (SP). **Anais...** XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 14, Curitiba, 2006.

WENCESLAU, E. C.; PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Patrimônio, ambiente e memória: subsídios para educação e a gestão ambiental em Ibirá – SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, Recife, PE, 2018. **Anais...** Campina Grande, PB: Editora Realize, 2018. n.p.

YÜCEER, H.; BABA, A.; GÖNÜLAL, Y. O.; UŞTUK, O.; GERÇEK, D.; GÜLER, S.; UZELLI, T. Valuing Groundwater Heritage: the Historic Wells of Kadiovacik. *Geoheritage*, v. 13, n. 97, 2021.



## **SUSTENTABILIDADE**

ISBN: 978-65-994536-4-9



Reconecta Soluções Educacionais  
**CNPJ 35.688.419/0001-62**  
Rua Silva Jardim, 1329 – Parque Industrial.  
Fone: (17) 99175-6641. Website: [reconnectasolucoes.com.br](http://reconnectasolucoes.com.br)  
[contato@reconnectasolucoes.com.br](mailto:contato@reconnectasolucoes.com.br)

**Editores:**  
Maxwell Luiz da Ponte  
Eliza Carminatti Wenceslau

**Os textos divulgados são de inteira responsabilidades de seus autores, nos termos do edital de trabalhos do congresso, disponíveis na página da Editora.**