

Avanços e Desafios nas **Ciências Ambientais**

ELIZA CARMINATTI WENCESLAU (Org.)



RECONECTA
Soluções educacionais

Avanços e Desafios nas **Ciências Ambientais**

ELIZA CARMINATTI WENCESLAU (Org.)

ISBN: 978-65-85105-27-9



RECONNECTA SOLUÇÕES EDUCACIONAIS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – SP

2024

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

Avanços e desafios nas ciências ambientais [livro eletrônico] / Eliza Carminatti Wenceslau (org.).
-- São José do Rio Preto, SP : Reconecta - Soluções Educacionais, 2024.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-85105-27-9

1. Ciências ambientais I. Wenceslau, Eliza Carminatti.

24-245785

CDD-363.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciência ambiental 363.7

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



Editora: Reconecta Soluções Educacionais

CNPJ 35.688.419/0001-62

Fone: (17) 99175-6641. Website: reconectasolucoes.com.br

contato@reconectasolucoes.com.br

Editoração: Maxwell Luiz da Ponte

Arte Gráfica: Maxwell Luiz da Ponte

Arte da capa: Maxwell Luiz da Ponte

Conselho Editorial:

Editor-chefe: Profa. Me. Eliza Carminatti Wenceslau

Corpo editorial consultivo 2024: Profa. Dra. Adelir Aparecida Marinho de Barros; Dra. Ana Jéssica dos Santos Sousa; Prof. Dr. Danilo Wenceslau Ferrari; Profa. MSc. Jaqueline Alves Vieira; Profa. Dra. Maria Cecília Pereira Soares-Ribeiro; Profa. Dra. Lindaiane Bezerra Dantas; Dra. Márcia Lombardo; Prof. Dr. Maxwell Luiz da Ponte; Prof. Dr. Suédio Alves Meira; Profa. Dra. Tatiane Pereira Scarpelli

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

SUMÁRIO

Capítulo 01		
LETRAMENTO CIENTÍFICO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL		06
Vanessa Schweitzer dos Santos		
Capítulo 02		
ECOINOVAÇÃO: SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEUS DESAFIOS		23
Gicele Santos da Silva		
Capítulo 03		
A SEMENTE DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: É FUNDAMENTAL FALAR SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA		47
Gicele Santos da Silva		
Capítulo 04		
GESTÃO URBANA E AMBIENTAL: SOLUÇÕES PARA BARRA DO BUGRES – MT		60
Caio Cesar Tomaz de Oliveira, André Luiz Tomaz De Oliveira.		
Capítulo 05		
ENTRE O CALOR E A MATA CILIAR OS IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA ORLA DO ICUÍ NO MUNICÍPIO DE ANANIDEUA, PARÁ		74
Aguinaldo de Jesus Moraes Marques, Brenda Bandeira de Azevedo, André Felipe de Moraes Marques		
Capítulo 06		
PERCEPÇÕES DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL		89
Francisco Altielis Lima Magalhães, Ronivaldo Balbino Farias, Daviane de Lira Teixeira, Rillary Nascimento Pedreiras, Francisca de Maria Martins Rodrigues, Francisco Edson Diodato de Sousa		
Capítulo 07		
USO DE SIG E SENSORIAMENTO REMOTO NA GESTÃO DE MALHA FERROVIÁRIA: UM ESTUDO DE CASO DA VLI.		103
Letícia Lanna da Silva, Cristiana Carneiro de Souza		
Capítulo 08		
MAPEAMENTO DE LOCAIS SENSÍVEIS PARA O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS: ESTUDO DE CASO EM FERROVIAS BRASILEIRAS		112
Letícia Lanna da Silva, Cristiana Carneiro de Souza, Felipe Andrade Ferreira		
Capítulo 09		
PRODUÇÃO DE HORTA ESCOLAR COM PLANTAS MEDICINAIS E HORTALIÇAS COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL		128
Sérgio Pinheiro Ribeiro; Maria Cecília Pereira Soares-Ribeiro		

Apresentação

Eliza Carminatti Wenceslau

As Ciências Ambientais, como campo de conhecimento, rejeitam a fragmentação tradicional da ciência e se afirmam como uma ciência integradora, reconhecendo a interconexão entre sistemas ecológicos e sociais. Emergem do contexto global onde as questões ambientais se entrelaçam com dinâmicas sociais, econômicas e tecnológicas e, não raro, figuram como temas de relevante interesse na arena de disputa nas ideológicas e políticas.

Nesse sentido as abordagens de múltiplas disciplinas são necessárias para que possamos, à luz das produções em diversos campos, superar o isolamento e a justaposição das disciplinas e avançar no sentido da interdisciplinaridade.

As práticas e pesquisas em Ciências Ambientais visam fomentar uma nova epistemologia baseada na complexidade, incentivando a colaboração e a coprodução entre diversos campos do conhecimento - a partir do diálogo multidisciplinar, as produções devem favorecer à interação profunda e direta entre saberes, instituições e nações, criando um entendimento comum e inovador. As questões ambientais que abordamos são intrinsecamente complexas e exigem uma convergência de perspectivas para serem compreendidas e solucionadas.

Esta coletânea reúne nove artigos que se ancoram nas Ciências Ambientais. Os problemas de pesquisa são intrinsecamente ligados a atividades sociais, econômicas e tecnológicas, ultrapassando fronteiras acadêmicas e geográficas, relevantes e aplicáveis, baseados não apenas publicações acadêmicas, mas também produtos técnicos e tecnológicos conectados às demandas territoriais e sociais. Assim, reflete o potencial de integração e colaboração da área, multifacetada, sobre os problemas ambientais contemporâneos.

Com alegria, divulgamos esta obra coletiva esperando que contribua para compreender e resolver as complexidades socioambientais do nosso tempo, compartilhando resultados de pesquisas para a construção de um futuro mais sustentável.

Capítulo 01

LETRAMENTO CIENTÍFICO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.

Vanessa Schweitzer dos Santos.

Resumo: O presente texto apresenta desafios e oportunidades para desenvolver o letramento científico a partir do ensino das Ciências da Natureza e das práticas de educação ambiental. Os eventos climáticos extremos que vêm sendo vivenciados no âmbito global e também no Brasil evidenciam a necessidade do letramento científico da população, compreendendo-se que os indivíduos precisam entender as dinâmicas ecológicas e da biodiversidade, para a partir da mobilização desses conhecimentos realizar as melhores escolhas, no contexto da sustentabilidade. Foi possível desenvolver aprendizagens significativas, por meio do projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental, com crianças e estudantes dos Anos Iniciais do ensino Fundamental, na região Sul do país. Nesta fase do desenvolvimento humano, as crianças estão abertas à experimentação e à sensibilização ambiental, e podem ser multiplicadoras destas aprendizagens.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Sustentabilidade. Escola pública. Educação básica.

V. S. dos Santos () Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo/RS. Novo Hamburgo, RS, Brasil.

e-mail: schweitzer.vanessa@gmail.com

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em:

www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

As Ciências Ambientais constituem-se como uma área do conhecimento multidisciplinar, assim como são as ações para resolver as complexas questões ambientais vividas na atualidade. Essas demandas atuais envolvem aspectos de ordem ambiental, econômica e social, e propor ações mitigadoras pressupõe considerar estes e outros elementos intrinsecamente ligados. Deste modo, é necessário superar a fragmentação do conhecimento e também das ações de enfrentamento aos problemas de ordem ambiental, no contexto global.

Eventos climáticos extremos têm se tornado cada vez mais frequentes e espalham-se por todo o globo terrestre. São episódios de estiagem severa, deslizamentos de terra, poluição atmosférica expressiva, piora significativa da qualidade da água, além da fragmentação de habitats e destruição de ecossistemas - elementos que culminam com a piora da qualidade ambiental e a extinção de espécies. No Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, o ano de 2024 foi marcado pela maior catástrofe climática da história, no mês de maio. Vidas humanas foram perdidas, a infraestrutura básica do estado foi destruída, com a perda de pontes, rodovias e de estruturas de transporte como aeroportos e linhas ferroviárias, além da própria estrutura organizacional de muitas cidades. A biodiversidade sofreu danos severos, também. Vale lembrar que um episódio semelhante, em menor proporção, já havia ocorrido no último semestre de 2023.

O cotidiano humano vem sendo atravessado pelos impactos dos eventos climáticos extremos. Nesse contexto, a educação ambiental se faz cada vez mais estratégica, sendo necessário, além de garantir sua presença nos currículos formais de ensino, avaliar e qualificar suas propostas, de modo que sejam efetivas na sensibilização ambiental, e que promovam engajamento e a mudança de hábitos cotidianos. As práticas educativas ambientais não podem mais ser reduzidas a eventos pontuais ou desconexos com a realidade local.

Por não ser um elemento paliativo, a educação ambiental precisa ser propositiva, crítica e eficiente, devendo compreender a sustentabilidade em seus diferentes aspectos (contexto socioambiental e econômico). Pessoa, Silva e Azevedo (2022) indicam que a educação ambiental, para além de uma aprendizagem essencial, deve apresentar-se como uma habilidade, aos estudantes, tornando-os capazes de agir sob a lógica da sustentabilidade.

Incentivada também por esta demanda latente relacionada aos eventos climáticos extremos, em julho de 2024 a Política Nacional de Educação Ambiental brasileira recebeu uma importante atualização. Foram inseridas, de modo objetivo, as temáticas da resiliência climática (por meio do enfrentamento das mudanças do clima), da proteção da biodiversidade e da compreensão dos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais.

Semelhantemente relevante, nesse contexto de enfrentamento e resiliência diante dos eventos climáticos extremos, é o ensino de Ciências da Natureza. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta as competências e habilidades necessárias para cada etapa do ensino, nas diferentes áreas do conhecimento. Para a área das Ciências da Natureza, a BNCC determina um “compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que 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).

Esse ensino das ciências deve promover situações e experiências onde os estudantes possam definir problemas, realizar o levantamento de hipóteses, analisar dados e representá-los, ou apresentá-los por meio de comunicações diversas, promovendo intervenções em seu meio, para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental. Percebe-se, portanto, que a educação ambiental e o ensino das Ciências da Natureza possuem, ambos, o compromisso com a sustentabilidade das comunidades onde são desenvolvidos.

O objetivo do presente trabalho é discutir a respeito dos desafios e das possibilidades de desenvolvimento da educação ambiental e do ensino de Ciências da Natureza nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Compreende-se que nesta fase do desenvolvimento humano, as crianças dispõem da curiosidade natural da infância, além de estarem mais receptivas às propostas de sensibilização ambiental. Ainda, observa-se que a abordagem dessas temáticas, no contexto educativo ambiental, pode ser realizada de modo qualificado, por meio do letramento científico.

Assim, no presente texto serão relatadas algumas experiências na área, realizadas ao longo de 2024, em uma escola pública de Novo Hamburgo/RS, chamada Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEB) Jorge Ewaldo Koch. Nesta escola o projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental atende todos os estudantes, uma vez por semana, com uma professora doutora na área da qualidade ambiental, licenciada em ciências biológicas. Ao todo, aproximadamente 400 crianças distribuídas entre a faixa etária de 4 anos e o Quinto Ano do Ensino Fundamental são contempladas com a proposta.

Tais atividades seguem as orientações pedagógicas da própria rede de ensino, além dos pressupostos legais, nas diferentes esferas. Os campos de experiências, as habilidades e competências de cada faixa etária ou ano de atendimento são considerados no planejamento das propostas. Além disso, todo o projeto tem caráter fortemente territorial, considerando as características, as demandas, o bioma e a biodiversidade da região. Santos (2024, p.110), ao apresentar as propostas deste projeto, concluiu que o mesmo “promove a experimentação prática, o uso de recursos tecnológicos, e o desenvolvimento da sustentabilidade no âmbito escolar, pautando-se em atividades contextualizadas e que dialogam com a realidade local”.

DESENVOLVIMENTO

Diante do potencial que as práticas educativas ambientais possuem, e dos recorrentes eventos climáticos extremos presenciados em todo mundo, inclusive no Brasil, torna-se relevante qualificar as práticas educativas ambientais realizadas, assim como o ensino das Ciências da Natureza. Compreende-se que no atual contexto de emergência climática, essas propostas não podem mais ser descontextualizadas da realidade local, assim como não devem ser fragmentadas ou pontuais. É relevante mencionar que não há, igualmente, a necessidade de se propor uma “nova” educação ambiental, diante dos acréscimos recentes à Política Nacional de Educação Ambiental. Porém, é necessário qualificar as propostas realizadas, aproveitando a carga horária disponível, o tempo e o espaço rico da escola, para aprendizagens significativas.

Alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e articuladas com a alfabetização e o letramento científico, as atividades educativas ambientais podem auxiliar no enfrentamento da crise ambiental, e colaborar com a resiliência climática. No

âmbito das Ciências da Natureza, não é possível abordar os ecossistemas, as dinâmicas biológicas ou dos seres vivos, assim como dos recursos naturais, sem contextualizar o esgotamento ambiental diante das ações antrópicas. Assim, nos projetos relatados no presente texto, compreende-se que a alfabetização científica e o letramento crítico dentro dessa proposta, colaboram com a abordagem da sustentabilidade no contexto escolar, principalmente na educação básica e nos anos escolares iniciais.

Crianças que vivenciam e experimentam em seu cotidiano escolar as dinâmicas ambientais, que compreendem criticamente o “funcionamento” do sistema Terra e da necessidade de ações individuais e coletivas alinhadas aos ODS podem contribuir com o desenvolvimento sustentável ao tornarem-se adultos engajados, críticos e participativos no contexto da sustentabilidade. Na sequência, apresentam-se desafios e possibilidades para esta inserção das temáticas científicas e ambientais, no currículo escolar dos anos iniciais do Ensino Fundamental, diante da experiência aqui relatada.

Vale mencionar que a educação básica brasileira tem na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) um parâmetro orientador para o desenvolvimento dos currículos escolares, em diferentes etapas e anos de ensino. Dentre as competências gerais da Base, àquelas que precisam ser atendidas pelos estudantes ao final destes primeiros ciclos de aprendizagem, a partir da mobilização de conhecimentos de diferentes áreas do saber, destaca-se a importância de

“exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (BRASIL, 2017).

Dentro desta organização para os currículos brasileiros, percebe-se a importância de se recorrer aos métodos característicos das Ciências, para mobilização de diferentes informações, análise dos dados e conhecimentos de áreas diversas, e, finalmente, para fazer uso destas aprendizagens como agente de mudança em seu entorno. É o que afirma Nascimento (2020, p. 15):

“O processo de ensino e de aprendizagem em ciências da natureza deve desenvolver-se engajando a compreensão do educando com relação aos impactos da ciência e tecnologia da vida social. Deve desenvolver, então, conhecimentos, habilidades, qualidades afetivas necessárias e capacidades para tomar decisões responsáveis sobre questões que envolvem ciências, tecnologia e sociedade.”

A própria BNCC evidencia este objetivo da área das Ciências com um letramento científico eficiente, crítico e prático, ao mencionar que:

“Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que 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. Em outras palavras, aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.” (BNCC, 2017).

Na BNCC, ao longo dos anos iniciais do Ensino Fundamental (Primeiro ao Quinto Ano), o ensino de Ciências da Natureza é dividido, a cada Ano, em três Unidades Temáticas: Matéria e Energia; Terra e Universo; e Vida e Evolução. Por sua vez, cada uma dessas unidades apresenta um ou mais Objetos do Conhecimento, desdobrados em diferentes habilidades a serem alcançadas pelos estudantes. Deste modo, muito mais do que uma mera “lista” de conteúdos, a BNCC prevê que os indivíduos possam fazer uso daquilo que aprenderam, mobilizando conhecimentos diversos e intervindo no seu território, a partir das habilidades desenvolvidas em diferentes áreas do saber. Portanto, para cada Ano do Ensino Fundamental, no ensino de Ciências, habilidades e Objetos do Conhecimento são distribuídos nas três Unidades Temáticas mencionadas.

Embora possa parecer difícil realizar o ensino de Ciências da Natureza de outro modo que não seja o das metodologias científicas, das experiências práticas e dos contextos naturais locais, inserir a educação ambiental e os elementos ecológicos no cotidiano escolar é um desafio que se coloca aos docentes, para as equipes diretivas e para as crianças e estudantes envolvidos, conforme abordado na sequência.

Desafios do ensino de Ciências da Natureza e da educação ambiental para o letramento científico nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) ilustram a amplitude das demandas atuais e exemplificam como os aspectos econômico, social e ambiental precisam ser abordados de modo articulado, quando se pensa no desenvolvimento sustentável. A educação figura em diversos dos itens dos ODS, e deve ser conduzida de modo qualificado, permitindo que os indivíduos façam escolhas melhores, conscientes e críticas. Esse engajamento com as boas práticas, no contexto da sustentabilidade, exige que os indivíduos tenham conhecimento a respeito dos recursos naturais e da sua finitude, das dinâmicas ecológicas e também da biodiversidade regional, elementos que podem ser desenvolvidos, também, a partir do ensino das Ciências da Natureza.

Por isso, superar as propostas de educação ambiental descontextualizadas, fragmentadas e pontuais, é urgente. Do mesmo modo, promover o letramento científico das comunidades, e sobretudo das crianças, permitindo que conheçam em profundidade os aspectos ecológicos, históricos e culturais da sua realidade, é relevante quando se pensa no desenvolvimento sustentável. Não é possível defender, cuidar e valorizar, aquilo que não se conhece ou compreende.

Um desafio concreto para superar estas propostas pedagógicas pontuais e desconexas, é compreender a realidade local como pano de fundo de todas as atividades escolares. Para a área das Ciências da Natureza, isso inclui que seja inserida no planejamento docente a biodiversidade local, em termos de fauna, flora, relevo, condições climáticas e hidrográficas de cada território. Por exemplo, considerando os eventos climáticos extremos que ocorreram no estado do Rio Grande do Sul em maio de 2024, compreender a dinâmica e as características ecológicas de uma bacia hidrográfica, ou das bacias de cada território, facilita a compreensão dos fenômenos naturais que aconteceram, assim como porque os impactos antrópicos potencializam os estragos e perdas decorrentes.

A escolha (ou curadoria) de material didático é um elemento chave nesses processos e se faz necessária. Materiais produzidos por universidades, comitês e órgãos ambientais regionais podem auxiliar na seleção ou na produção de um material didático

qualificado. Adaptando-se, sempre, a linguagem e os exemplos escolhidos para a idade dos estudantes. Nesse sentido, o professor é um agente ativo no letramento científico e nas práticas educativas ambientais.

Um aspecto interessante destas adaptações, e que merece registro, é que essa adequação de linguagem torna-se ainda mais relevante quando consideradas as ações de educação ambiental não formal. O público adulto, quando não vinculado a nenhuma instituição de ensino, pode precisar de exemplos mais objetivos e de uma linguagem assertiva na divulgação científica. Uma contextualização mais compreensível se faz necessária e pode aproximar o cidadão das questões ambientais.

O letramento científico como uma oportunidade de educação ambiental, por meio do ensino de Ciências da Natureza

No Brasil, a educação ambiental possui um robusto conjunto de documentos legais que a embasam, e garantem sua presença nos currículos escolares e no espaço não formal. Estas legislações versam tanto a respeito da área educacional, como da área ambiental. Com essa garantia, permite-se que os docentes desenvolvam suas práticas nos mais variados modelos e organização, garantindo autonomia tanto em relação ao que é proposto, quanto à forma como se desenvolvem as atividades.

Além disso, a garantia de uma carga horária de ensino específica para as questões ambientais permite e prevê a multidisciplinaridade na abordagem dessas questões. Compreende-se que esta diversidade qualifica as propostas, pois permite que os professores articulem o que é abordado com as suas demandas locais. No contexto do ensino de Ciências da Natureza, essa vinculação com características do território é muito positiva, pois permite que se abordem exemplos e experimentos relacionados à fauna, flora, hidrografia, relevo e demais peculiaridades de cada território.

Todavia, essa individualização das práticas, para cada espaço ou localidade, exige do docente a curadoria, ou até mesmo a produção de material didático pedagógico específico. Exemplos próximos aos estudantes facilitam sua compreensão e vinculação ou sentimento de cuidado em relação aos recursos naturais regionais. As espécies-bandeira ilustram essa afirmativa, já que faz mais sentido, principalmente para crianças, compreender fenômenos naturais quando o pano de fundo ou o personagem do enredo abordado é um elemento que se reconhece no seu próprio imaginário e repertório.

Uma afirmativa recorrente na educação ambiental é “pensar localmente e agir globalmente” e, neste sentido, não deve-se deixar de lado as questões da dimensão macro (planetária). Como exemplo, cita-se a emergência climática vivida no âmbito mundial, e os efeitos de eventos climáticos extremos, como os presenciados no Sul do Brasil em 2024. Ao abordar as temáticas ambientais, nessas regiões, pode-se fazer uso dos elementos locais para explicar e compreender, também, as questões de ordem planetária e da dinâmica das mudanças climáticas.

Nos Anos iniciais do Ensino Fundamental, quando as crianças ainda estão em um período de curiosidade natural da infância, observa-se um rico espaço/tempo para abordar as temáticas ambientais. O senso de pertencimento e a interação com a natureza de modo lúdico ainda estão bastante presentes e facilitam a abordagem para o cuidado com estes elementos ou recursos naturais. Nesse sentido, compreende-se que abordar as Ciências da Natureza de modo qualificado nos Anos Iniciais é uma boa estratégia para uma educação

ambiental pautada no desenvolvimento sustentável, e no letramento científico dos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) identifica exemplos dessa relação existente entre o conhecimento científico e os impactos antrópicos sobre os recursos naturais, ao afirmar que “a sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico”, porém, apesar disso, “o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade” (BRASIL, 2017). Tão importante quanto ter os conhecimentos técnicos científicos, é “o que se faz” com esses saberes:

“Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos” (BRASIL, 2017).

Para Pessoa, Silva e Azevedo (2022, p. 432) a educação ambiental precisa ser “construída e fomentada com interesses destinados a responsabilidade cidadã, na reciprocidade das relações dos seres humanos entre si e com a natureza, erguendo assim, um pensamento micro e macro acerca dos impactos causados em suas decisões pessoais”. Neste sentido, a máxima de “pensar globalmente e agir localmente” torna-se concreta e as propostas passam a ter sentido mais prático, afinal, “aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BRASIL, 2017).

Experiências com o projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental

A alfabetização e o letramento científico fazem parte das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e estão presentes de modo mais significativo nas competências específicas das Ciências da Natureza. No município de Novo Hamburgo, estado do Rio Grande do Sul, a Escola Municipal de Educação Básica (EMEB) Jorge Ewaldo Koch desenvolve um projeto, desde 2023, chamado Ciências da Natureza e Educação Ambiental. Desde então, todas as 18 turmas da escola são atendidas com o projeto, semanalmente, em uma proposta que pode ser replicada em outros contextos, pois consolidou-se como uma “estratégia para o ensino de Ciências da Natureza na educação básica, principalmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, e promoveu com estas práticas a educação ambiental” (SANTOS, 2024).

No planejamento inicial do projeto, buscou-se reunir materiais didáticos específicos para o ensino das Ciências da Natureza, principalmente aqueles relacionados à biodiversidade e as características ecológicas locais, além de ferramentas e materiais de uso em atividades práticas, de observação e de experimentação. Amostras biológicas foram reunidas, a partir de doações de professores de Ciências e Biologia de outras instituições de ensino, inclusive em nível superior, de pesquisadores da região e de universidades parceiras. Os animais taxidermizados são utilizados para diversas propostas, incluindo a observação livre, pois as crianças demonstram muita curiosidade e interesse. Como a maioria dos animais são da fauna nativa da região sul do Brasil,

temáticas relacionadas à conservação da biodiversidade são amplamente abordadas, incluindo a importância da conservação dos ecossistemas, a partir do estudo de características e hábitos de vida de cada um dos animais presentes na coleção.

Para os Terceiros Anos, que possuem entre os Objetos do Conhecimento a serem contemplados no ensino de Ciências da Natureza o item “Características e desenvolvimento dos animais”, muitas atividades auxiliam na categorização simples de alguns táxons básicos. Abaixo, estão as habilidades correspondentes a este Objeto do Conhecimento, como forma de exemplificar as abordagens desenvolvidas:

“(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo.

(EF03CI05) Descrever e comunicar as alterações que ocorrem desde o nascimento em animais de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem.

(EF03CI06) Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.” (BRASIL, 2017).

Com auxílio da coleção biológica, as crianças conhecem as características, hábitos de vida e diferenças observáveis entre mamíferos, répteis, aves, anfíbios, peixes e invertebrados. Para a avaliação desse momento, as turmas são convidadas a identificar alguns táxons, diante da exposição da coleção animal, momento em que os estudantes recebem etiquetas adesivas para mostrar quais animais pertencem a cada grupo. Já com os estudantes do Quarto Ano, na abordagem das cadeias alimentares, fez-se uso da coleção biológica para que, em grupos, as crianças pudessem montar cadeias alimentares diferentes (FIGURA 1).

Figura 1 – Atividade prática para construção de cadeias alimentares.



Fonte: a autora (2024).

Em 2023 estudantes do Segundo Ano do Ensino Fundamental confeccionaram exsiccatas com plantas bioativas cultivadas na escola. O relato da experiência está publicado no trabalho de Santos et al. (2024), realizado nas aulas do projeto de Ciências da Natureza e Educação Ambiental, a partir das iniciativas de desenvolver o letramento

científico com estudantes da educação básica. Na proposta, as crianças puderam conhecer o que são exsiccatas, a partir da observação de alguns exemplares recebidos em doação de uma universidade local. Dentro do estudo do Objeto do Conhecimento “Plantas”, as exsiccatas de árvores da flora nativa do Sul do Brasil foram apresentadas aos estudantes. Esses estudantes mencionaram que além do aspecto científico, as mesmas representavam um trabalho artístico, pela sua beleza estética, então, manifestaram o desejo de confeccionar suas próprias exsiccatas.

Assim, a turma confeccionou exsiccatas de plantas bioativas utilizadas popularmente para fins medicinais, cultivadas na horta da escola. Todo o processo de coleta, armazenamento e preservação foi realizado junto às crianças, ressaltando também a importância da identificação correta dos vegetais. Os autores da experiência afirmam que houve um expressivo envolvimento das crianças, sendo que demonstraram “boa compreensão do que foi proposto, além da própria identificação de ervas e chás cultivados na escola. (...) a participação ativa das crianças na confecção das exsiccatas promoveu sua autonomia e permitiu a experimentação prática de uma técnica botânica” (SANTOS et al., 2024), permitindo o letramento científico a partir de uma atividade prática.

No ano de 2023 a escola em questão investiu recursos financeiros para a aquisição de alguns equipamentos que vêm qualificando as propostas de alfabetização e letramento científico. Foram adquiridas cinco câmeras microscópicas digitais, que são conectadas a computadores portáteis e facilitam a visualização rápida de elementos da natureza, em tamanho maior do que o real. Com os Segundos Anos do Ensino Fundamental observou-se flores, no período da primavera, e se pode ver grãos de pólen e alguns polinizadores, pequenos invertebrados, como exposto na Figura 2. A proposta atendeu aos Objetos do Conhecimento relacionados às “Plantas”, que fazem parte da organização curricular para este Ano do Ensino Fundamental. É notável que o engajamento das crianças potencializasse a partir desses momentos de investigação prática. Observar, a partir da realidade e de elementos locais, parece ser mais atrativo do que acompanhar informações por meio de ilustrações impressas ou projetadas virtualmente.

Com os Terceiros Anos, dentro do estudo dos Objetos do Conhecimento relacionados às “Características da Terra e Usos do solo”, as câmeras foram utilizadas para observação de amostras de areia, argila, terra vermelha, terra preta da horta, entre outros tipos de solo. Pode-se perceber a presença de água nas amostras, o tamanho e a diversidade dos grãos presentes, entre outros elementos. A partir dessas características de cada tipo de solo, foi possível perceber os usos que se faz para cada um deles. Questões relacionadas à sustentabilidade, ao uso e ocupação dos solos e à importância da cobertura vegetal para a segurança do solo foram abordadas e discutidas com as turmas.

Ainda com esses estudantes do Terceiro Ano, explorou-se o pátio da escola para observação dos diferentes tipos de solo encontrados, com lupas de mão. A instituição adquiriu 40 lupas simples nos últimos dois anos e os equipamentos são amplamente utilizados para exploração de elementos da natureza. Como o equipamento é de fácil manuseio e mostra-se seguro, as crianças bem pequenas, dos Primeiros Anos e inclusive da Educação Infantil, usam-nos com autonomia. Essas propostas são direcionadas e mediadas de acordo com as habilidades a serem contempladas para cada Ano e pelos campos de experiências da Educação Infantil.

Figura 2 – Observação de estruturas florais com câmeras microscópicas.



Fonte: a autora (2024).

Sob o formato de doação, a escola Jorge Ewaldo Koch recebeu um microscópio óptico da Universidade FEEVALE, localizada também em Novo Hamburgo/RS. O equipamento vem sendo utilizado para observações diversas e desperta muita curiosidade nas crianças. É aproveitado tanto para a observação em si, de elementos como solos, plantas e suas partes, pequenos invertebrados, rochas, alguns alimentos, etc, quanto para a abordagem da ferramenta óptica em si. Faz parte do estudo de Ciências da Natureza do Quinto Ano, compreender os instrumentos ópticos e seu funcionamento, contemplando o Objeto do Conhecimento “Instrumentos ópticos” (FIGURA 3). Os estudantes destas turmas puderam explorar de modo orientado e, posteriormente, autônomo, as câmeras microscópicas, as lupas de mão e o microscópio, além de um telescópio (pertencente ao acervo da professora responsável pelo projeto). Foram feitas reflexões muito potentes com os estudantes, a respeito do desenvolvimento dessas ferramentas, do seu uso ao longo da história humana e do livre acesso a elas e ao seu potencial científico.

A parceria entre a universidade e a educação básica é uma experiência que qualifica muito a aprendizagem das Ciências da Natureza e o letramento científico. Conforme Vianna e Carvalho (2000, p. 31), “para uma melhor formação permanente de professores das áreas de ciências, a interação entre a Ciência dos cientistas e a Ciência da sala de aula deve estar presente”. Além da doação de material prático para as aulas, no projeto da EMEB Jorge Ewaldo Koch busca-se uma interação constante com o conhecimento desenvolvido no meio acadêmico, por meio da troca de experiências, inclusive com as crianças. Recentemente, por meio de uma atividade em parceria entre a

professora do projeto em questão e de um biólogo, professor doutor na área de qualidade ambiental, a escola recebeu atividades relacionadas à conservação de espécies nativas, contemplando inclusive a recente inserção da temática da conservação da biodiversidade nas propostas de educação ambiental.

Figura 3 – Instrumentos ópticos para exploração junto aos estudantes do Quinto Ano.



Fonte: a autora (2024).

Foi compartilhada com estudantes do Terceiro Ano a pesquisa realizada pelo professor Delio Endres Júnior, com orquídeas da espécie *Cattleya intermedia*, momento de muitas trocas e aprendizagens. O pesquisador trabalha há mais de uma década com a espécie e é uma referência na área. Percebeu-se muito interesse, por parte dos estudantes, na rotina e na trajetória de pesquisa, sendo que as crianças puderam também tirar dúvidas a respeito da metodologia da pesquisa e das suas potencialidades e limitações. O professor explicou todo processo teórico e prático necessário para a reintrodução de espécies na natureza. Foi possível compreender, na prática, a relevância do conhecimento científico para a conservação ambiental e a sustentabilidade. Também foi possível dialogar a respeito da importância das ações locais e das atividades de maior amplitude, global.

Silva et al. (2022, p. 43) ressaltam esse papel social do ensino das Ciências, identificando “a necessidade de que os estudantes tenham contato com elementos essenciais para a construção de conhecimento que não são apenas seus produtos finalizados ou os processos por meio dos quais são propostos”. Ao final desses momentos de trocas entre o pesquisador e as crianças, a turma pode fazer o plantio de alguns exemplares da orquídea no pátio da escola. Em setembro de 2024, no período natural de floração da espécie, pode-se acompanhar a abertura das flores da orquídea, no pátio da escola, momento muito apreciado pelas crianças e ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Atividades relacionadas à reintrodução de espécies nativas.



Fonte: a autora (2024).

Compreendendo-se a relevância da abordagem de elementos da cultura e da biodiversidade local, nas propostas do ensino de Ciências da Natureza e da educação ambiental, a EMEB Jorge Ewaldo Koch buscou inserir a temática do reconhecimento dos povos nativos da região em suas atividades. Essa prática constitui, de fato, um desafio: “perceber e reconhecer a diversidade como parte indissociável da identidade nacional representada pela diversidade etnocultural que compõe o patrimônio sociocultural brasileiro” (PESSOA; SILVA; AZEVEDO, 2022, p. 435).

Na região metropolitana de Porto Alegre/RS, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (instituição sem fins lucrativos, vinculada à Universidade Federal de Santa Catarina e outras universidades de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul) executa o Programa de Apoio às Comunidades Indígenas na fase de Instalação de uma rodovia local. Dentro de outras propostas do Programa, adquire artesanato da cultura indígena Mbyá - Guarani gaúcha e realiza doação à escolas da região, juntamente com material de apoio técnico para abordagem da temática em sala de aula.

O acervo recebido pela escola é composto por esculturas de animais da fauna nativa, adornos diversos, maracás (chocalhos) e cestarias (FIGURA 5). Nas atividades com as crianças, inicialmente, fez-se uma reflexão a respeito dos povos originários nativos e dos conhecimentos prévios das turmas a respeito. Depois, teve-se tempo de interação orientada com os materiais, além do canto, em grande grupo, de músicas relacionadas à temática e aos cuidados com a natureza em si. Todas as propostas foram adaptadas para a idade das crianças de cada turma/Ano. As crianças demonstraram muito interesse nos materiais e em conhecerem elementos da cultura indígena regional. Acredita-se que compreender que não existe um “índio” genérico foi um aspecto muito positivo da proposta, que dialoga também com outros preceitos da educação ambiental e do reconhecimento da biodiversidade local de cada território.

Figura 5 – Materiais de apoio ao estudo da cultura indígena regional.



Fonte: a autora (2024).

O Programa Escola Sustentável para a educação ambiental em Novo Hamburgo

As Diretrizes Nacionais Curriculares para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012) estabelecem, no artigo 14, que a educação ambiental brasileira deve contemplar o “estímulo à constituição de instituições de ensino como espaços educadores sustentáveis, integrando proposta curricular, gestão democrática e edificações, tornando-as referências de sustentabilidade socioambiental”. Em Novo Hamburgo, a rede pública municipal de ensino desenvolve um histórico trabalho de educação ambiental, a partir da formação docente continuada, na área, há mais de 15 anos (CORNÉLIUS, 2024). Inserida dentro deste contexto da rede em questão, a EMEB Jorge Ewaldo Koch segue as orientações municipais para o desenvolvimento das práticas educativas ambientais, que são desenvolvidas a partir do projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental.

Cornélius (2024, p. 95) apresenta a trajetória histórica da educação ambiental na rede municipal de ensino de Novo Hamburgo, afirmando que desde 2009 mais de 600 horas de formação continuada, seminários, fóruns e saídas de estudo vêm qualificando as práticas pedagógicas na área. Estes docentes, em formação permanente, auxiliaram na organização do Programa Escola Sustentável (PES), planejado para atender “as necessidades locais e o desenvolvimento de espaços educadores sustentáveis”, nas escolas da rede.

O PES orienta as instituições de ensino para sua organização ambiental, a partir de indicadores de sustentabilidade. Nas suas duas fases de execução, os indicadores contemplaram os seguintes itens: Gerenciamento de Resíduos, Recursos Hídricos, Formação Permanente, Pátios Verdes, Consumo Responsável, Alimentação e Saúde, Eficiência Energética, Créditos de Carbono, Mobilidade Sustentável, Saúde e Bem Estar, "Lixo Zero", Diversidade e Interação, Pegada Hídrica e Saneamento, e Mobilização Socioambiental. Esse programa “surgiu em 2017 com o amadurecimento de um grupo que trabalhou de forma horizontal, ativa e democrática durante vários anos. Esse grupo se questionou em relação à possível forma de avaliar as ações de sustentabilidade implementadas na Escola” (CORNÉLIUS, 2024, p. 104).

A proposta em questão é auto certificável: anualmente, a equipe responsável pelo seu desenvolvimento observa sua trajetória e reflete se os indicadores já mencionados

foram contemplados ao longo do ano, na escola. A partir de um relatório enviado à mantenedora, observa-se se é viável a certificação dos itens mencionados. Na EMEB Jorge Ewaldo Koch compreendeu-se, ao final de 2024, que era possível receber a certificação de todos os indicadores de sustentabilidade escolar.

Compreende-se que esta caminhada é contínua e permanente, e que vivenciando na rotina escolar as práticas ambientais, as crianças podem ser multiplicadoras das mesmas em seu cotidiano fora da escola. São diversos os relatos de reprodução de algumas atividades escolares, voltadas ao Programa Escola Sustentável, no âmbito doméstico das crianças.

Fazem parte das iniciativas do Programa na escola Jorge Ewaldo Koch, todas as atividades do projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental. Além disso, a gestão dos resíduos da escola contempla a separação dupla (recicláveis e orgânicos) em todas as salas de aula e espaços de convívio coletivo, como a sala dos professores, pátio e refeitório. Placas de identificação foram adaptadas para que as crianças ainda em processo de alfabetização possam identificar o coletor correto, a partir de ilustrações. Os resíduos recicláveis são encaminhados à coleta seletiva municipal. Parte dos orgânicos é composta em composteiras de caixas ou na própria horta didática.

O pátio da escola é rico em elementos da natureza, que permitem o contato, a vivência e o desenvolvimento do sentimento de pertencimento, cuidado e vínculo afetivo com a natureza. Há espaço gramado, diversas árvores frutíferas das quais se consomem as frutas quando possível (bananas, goiabas, pêssegos, bergamotas, butiás, acerolas, entre outras), e uma horta didática. O objetivo deste último espaço é fornecer a oportunidade de acompanhar o cultivo dos alimentos, o tempo de espera pelos seus ciclos naturais e as possibilidades e desafios do plantio sem agrotóxicos - não é fornecer legumes e verduras para a merenda escolar. Esta, recebe recursos e alimentos específicos.

A escola conta ainda com uma cisterna para aproveitamento da água da chuva, lâmpadas e torneiras de funcionamento automático e outras estruturas responsáveis pelo atendimento dos indicadores de sustentabilidade escolar. Cabe registrar que estas ações relacionadas à estrutura física, por si só, não estabelecem a escola como um espaço educador sustentável. Compreende-se que a caminhada contínua, com a participação ativa das crianças, é que materializa a sustentabilidade no âmbito escolar. Dentro da área do conhecimento das Ciências da Natureza, a BNCC identifica a importância destes conhecimentos específicos, e da experiência prática e crítica das atitudes sustentáveis, no espaço escolar:

“De forma similar, a compreensão do que seja sustentabilidade pressupõe que os alunos, além de entenderem a importância da biodiversidade para a manutenção dos ecossistemas e do equilíbrio dinâmico socioambiental, sejam capazes de avaliar hábitos de consumo que envolvam recursos naturais e artificiais e identifiquem relações dos processos atmosféricos, geológicos, celestes e sociais com as condições necessárias para a manutenção da vida no planeta” (BRASIL, 2017).

Deste modo, observa-se no cotidiano as boas práticas ambientais, e reflete-se criticamente a respeito dos diversos aspectos da sustentabilidade, nas muitas propostas do projeto Ciências da Natureza e Educação Ambiental, que instrumentaliza tecnicamente os participantes, a partir de propostas diversas e alicerçadas nos conhecimentos das Ciências Naturais.

Compartilhar é científico

A divulgação da Ciência para o público em geral é uma estratégia fundamental para o letramento científico e o desenvolvimento sustentável. É válido lembrar que a educação ambiental não se restringe ao espaço formal de ensino. Também cabe mencionar que o público adulto, que não está diretamente vinculado a nenhuma instituição de ensino, por vezes, carece de informações confiáveis e técnicas, em uma linguagem acessível e de fácil compreensão, a respeito dos diversos aspectos da sustentabilidade, entendendo-se, conforme observado ao longo do texto, que as Ciências da Natureza são um elemento importante para a educação ambiental e o próprio desenvolvimento sustentável.

Inclusive, as iniciativas de compartilhamento das aprendizagens, e entre elas as informações científicas, configuram como uma das competências gerais do ensino de Ciências da Natureza no país:

“Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BNCC, 2017).

Por isso, compreende-se que os conceitos, as experiências, as possibilidades e os desafios da sustentabilidade devem ser expostos de diversas maneiras, em variados espaços, tempos e modelos, de modo que o maior número possível de cidadãos acesse essas informações, compreendam-nas de modo efetivo e sejam capazes de realizar melhores escolhas, no âmbito da sustentabilidade. O ensino formal é um rico espaço do desenvolvimento da cidadania e da prática social das Ciências:

“Considerando o pressuposto de ciência como prática social, que se desenvolve por meio e a partir de proposições de ideias advindas da investigação, e comunicadas e avaliadas com respaldo em informações neste processo, a participação dos estudantes em situações de ensino em que ocorram oportunidades para a vivência com práticas epistêmicas das ciências pode concretizar o constante procedimento de análise crítica de fatos, informações e afirmações” (SILVA et al, 2022, p. 47).

Esse engajamento envolve compreender dinâmicas ecológicas e características socioambientais do seu território. Munido destes conhecimentos, o indivíduo pode fazer escolhas mais críticas em relação, por exemplo, ao consumo, sabidamente um elemento desafiador, em termos de sustentabilidade. É possível abordar essas temáticas tanto na educação básica, com estudantes ainda crianças, quanto com o público adulto em geral. Para tal, o papel docente mostra-se decisivo na escolha das ferramentas adequadas, na adaptação de linguagem ou de elementos visuais e na abordagem qualificada destas propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme relatado no presente artigo, o ensino de Ciências da Natureza pode ser uma abordagem para desenvolver o letramento científico e as práticas de educação ambiental. Eventos climáticos extremos, como os ocorridos no Rio Grande do Sul em maio de 2024, evidenciam a necessidade de se compreender as dinâmicas ecológicas locais, inclusive, para o desenvolvimento da resiliência climática. Assim, acredita-se que o ensino das Ciências da Natureza, especialmente nos Anos Iniciais do Ensino

Fundamental, deva ser desenvolvido de modo contextualizado às características da biodiversidade regional.

As demandas ambientais são complexas e envolvem diversos elementos, de ordem natural, social, econômica e cultural. Propostas de enfrentamento destes desafios precisam ser, igualmente, abrangentes e multidisciplinares. No ensino das Ciências da Natureza e nas propostas educativas ambientais encontra-se um potencial valioso para promover a compreensão das dinâmicas naturais e da experiência de boas práticas ambientais. A educação básica é um espaço/tempo onde essas atividades podem ser realizadas de modo contínuo e permanente. A partir dessas experiências, as crianças e os estudantes podem se tornar multiplicadores ambientais, disseminando informações e compartilhando as boas experiências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** – Educação é a Base. Ministério da educação. 2017. 472 p. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.

BRASIL. **Resolução 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Ministério da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=17810&Itemid=866>.

CORNÉLIUS, Adriana Roveda. COLETIVO EDUCADOR AMBIENTAL DE NOVO HAMBURGO TRAJETÓRIA DOS 15 ANOS PELA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO. **Revista Saberes em Foco**. v. 7, n. 1, p. 95-109, 2024.

NASCIMENTO, Valdriano Ferreira do. **Ciências, tecnologia e sociedade na prática do professor de ciências entre a formação e a sala de aula**. Curitiba: Editora Apris, 2020.

PESSOA, Luciana Cláudia Teixeira; SILVA, Mauro Márcio Tavares da; AZEVEDO, Ana D'Arc Martins de. A educação ambiental e os documentos oficiais da educação básica: uma abordagem interdisciplinar à luz da BNCC. **Revista brasileira de educação ambiental**. v. 17, n. 4, p. 425-445, 2022.

SANTOS, Vanessa Schweitzer dos. CIÊNCIAS DA NATUREZA NA EDUCAÇÃO BÁSICA - ESTRATÉGIAS PARA APRENDIZAGENS CONTEXTUALIZADAS E PRÁTICAS NA EMEB JORGE EWALDO KOCH/RS. In: WENCESLAU, Eliza Carminatti. **PESQUISAS, ESTRATÉGIAS E RECURSOS PARA A EDUCAÇÃO NO BRASIL** [livro eletrônico]: volume 3. São José do Rio Preto - Reconnecta Soluções Educacionais, 2024. p. 96-111.

SANTOS, Vanessa Schweitzer dos; NETO, Iranides Silva Melo; SILVA, José Isnaldo dos Santos; SCHMITT, Jairo Lizandro. UMA ABORDAGEM DA BOTÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELATO DE PRÁTICA. In: IX CONEDU Congresso Nacional de Educação. **Anais Ensino de Ciências** (Vol. 02). Campina Grande: Realize Editora, 2024. p. 864-882.

SILVA, Fernando César; NASCIMENTO, Luciana Abreu; VALOIS, Raquel Sousa; SASSERON, Lúcia Helena. ENSINO DE CIÊNCIAS COMO PRÁTICA SOCIAL:

RELAÇÕES ENTRE AS NORMAS SOCIAIS E OS DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 27, n. 1. p. 39-51, 2022.

VIANNA, Deise Miranda; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Formação Permanente: a necessidade da interação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula. **Ciênc. edu**. v. 6. n. 1, p. 31–42, 2000.

ECOINOVAÇÃO: SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEUS DESAFIOS

Gicele Santos da Silva

Resumo: O presente trabalho tem por finalidade compreender e discutir sobre a importância da transversalidade na Educação Básica, em relação à Educação Ambiental. A transversalidade apresenta-se quando diferentes disciplinas relacionam seus conteúdos para aprofundar o conhecimento e levar dinâmica ao ensino. O objetivo geral do Estudo está focado na Educação Ambiental e a importância deste debate na Escola de Educação Básica. A metodologia desenvolvida foi a partir da prática de projetos temáticos, que proporcionaram uma compreensão da multiplicidade de aspectos que compõem a realidade, uma vez que permite a articulação de contribuições de diversos campos de conhecimento. Tendo como método uma pesquisa exploratória e descritiva através de um levantamento bibliográfico de autores e publicações que dão ênfase à temática. Dando base para responder à questão objeto do estudo: Qual o papel da Escola e dos Professores, no desenvolvimento de uma conscientização ambiental, com a prática de uma Educação Ambiental na Educação Básica? A criação do pensamento crítico e de atitudes ambientalmente corretas deve ser incentivada desde a infância, no âmbito familiar e seguido pelas atividades desenvolvidas no ambiente escolar.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Educação Básica. Escola. Natureza. Saúde.

G. S. Silva (👤). Docente no Ensino Superior e Pesquisadora. Mestranda PPGEDU/UFRGS.
professoragicesantos@gmail.com

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

A produção científica é imprescindível para o aperfeiçoamento de tecnologias, a fim de inovar e desenvolver formas de solucionar e encarar problemas que antes não pareciam passíveis de elucidação. O Brasil ainda possui pouca expressividade na produção científica mundial, inclusive nos estudos voltados à sustentabilidade ambiental e inovação.

Da intersecção entre inovação e sustentabilidade surge a Ecoinovação. Esta não só é uma alternativa para enfrentar as crises políticas e econômicas como também é necessária para um melhor impulsionamento à competitividade. Embora seja um termo relativamente novo, vem demonstrando elevado potencial e tendo ascendente uso na literatura científica.

Os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) visando o desenvolvimento de modos sustentáveis e ambientalmente equilibrados de exploração são necessários para que não se perca o que ainda resta de patrimônio ambiental. O crescimento exorbitante da população e do consumo em um planeta que não possui recursos ilimitados pode gerar seu colapso.

Com o avanço desta área, não só as indústrias produzem de modo mais eficiente como também de modo mais sustentável e equilibrado, a fim de criar modos de minimizar o uso de materiais tóxicos, reduzir o consumo de matéria-prima, diminuir a geração e descarte de resíduos (e/ou encontrar formas para utilizá-los como subprodutos), reduzir custos dentro do processo, avaliar a utilização de máquinas e equipamentos, dentre outros.

O objetivo geral do estudo consiste em analisar e conceituar, como a junção da inovação com a sustentabilidade permitiu o surgimento do conceito de Ecoinovação e o desenvolvimento sustentável no Brasil, além de analisar os obstáculos e possibilidades de inibir e combater as práticas predatórias, contra o meio ambiente.

Como objetivos específicos: Compreender a evolução do conceito de sustentabilidade, o panorama legal e ambiental acerca do desenvolvimento sustentável no Brasil; analisar os obstáculos e as alternativas contra às práticas predatórias, ao meio ambiente; conceituar a inovação e o panorama e como se relaciona com a sustentabilidade, resultando na Ecoinovação.

Os objetivos definidos darão condições de responder à questão objeto do estudo: Em um Planeta voltado para a inovação e com graves problemas ambientais, qual o impacto da busca de uma consciência ambiental sustentável e da implantação de práticas ecológicas obtidas pela Ecoinovação, para a Sociedade, para a Economia e para o equilíbrio do Meio Ambiente?

A Ecoinovação combina os princípios da inovação com o compromisso de cuidar do meio ambiente, não se limitando apenas a minimizar danos, mas também buscando criar valor por meio da integração de práticas sustentáveis em todas as áreas de uma organização. A Ecoinovação não é uma ideia nova, mas sua relevância cresceu significativamente nas últimas décadas. Essa evolução acontece conforme os impactos gerados por modelos tradicionais de produção e consumo se tornaram cada vez mais perceptíveis.

METODOLOGIA

O Estudo desenvolvido apresenta-se como um estado da arte sobre a “Ecoinovação, Sustentabilidade Ambiental a Inovação Tecnológica”. Para o desenvolvimento do problema de pesquisa, a metodologia utilizada foi uma pesquisa qualitativa de revisão bibliográfica empírica e analítica direcionada à análise e relação de conceitos, e escrever as características das publicações do portfólio bibliográfico

encontrado, partindo do preconizado pela revisão bibliográfica, objetivando o nivelamento dos conhecimentos. Com esse nivelamento, é possível a extração de uma visão crítica, dos aspectos norteadores, com o intuito de promover um maior conhecimento na área de estudo, através de bibliografias de autores que dão ênfase à questão e nas suas contribuições. Partindo da evolução dos conceitos de Sustentabilidade e Inovação no Planeta e de que modo as Políticas Brasileiras voltadas à Inovação evoluíram com base nesses conceitos, buscou-se verificar de que modo a EcoInovação se relacionava com a Sustentabilidade Ambiental e verificar qual sua relevância para o Desenvolvimento Sustentável.

As buscas bibliográficas foram realizadas no período entre fevereiro e maio de 2024. A natureza quanto à abordagem da pesquisa fora destacada pelo levantamento bibliográfico em livros e artigos de autores voltados para a EcoInovação, além de publicações em periódicos e diretórios acadêmicos, coletados na base *Web of Science*, do *Institute for Scientific Information* (ISI), disponível no Portal da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Brasil, 1951), órgão do Governo Federal do Brasil, ligado ao Ministério da Educação, escolhida por ser multidisciplinar, indexar somente os periódicos mais citados em cada área; *Scielo* - Biblioteca Eletrônica Científica Online e *Google Scholar* - Plataforma de Pesquisa Online.

A questão que orientou a busca pelos materiais de pesquisa apresenta-se: Em um Planeta voltado para a inovação e com graves problemas ambientais, qual o impacto da busca de uma consciência ambiental sustentável e da implantação de práticas ecológicas obtidas pela EcoInovação, para a Sociedade, para a Economia e para o equilíbrio do Meio Ambiente? Os descritores foram escolhidos de forma a representar plenamente a temática abordada e desenvolvida no estudo. Concluindo a leitura dos materiais pesquisados, e relacionando-os com o objetivo de pesquisa, realizou-se a explanação do assunto.

Na concepção de Gil (2017), a Pesquisa Qualitativa consiste:

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias, ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (Gil, 2017, p. 41).

Como expõem Moran *et al.* (2010, p. 69), que deixa claro, como a análise bibliométrica é importante para o: “[...] avanço do conhecimento” sobre o tema pesquisado, “o que o torna um importante aliado no desenvolvimento de novas ideias, conceitos e perspectivas de abordagens [...]”.

Concluindo a leitura dos materiais pesquisados, e relacionando-os com o objetivo de pesquisa, realizou-se a explanação do assunto.

REFERENCIAL TEÓRICO

Meio Ambiente e Sustentabilidade

O meio ambiente ecologicamente equilibrado é imprescindível para a vida no Planeta. A Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981), em seu Art. 3º Inciso I, conceitua meio ambiente como sendo: “I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas; [...]”. Os impactos causados pelo ser humano vem,

entretanto, causando distúrbios, de modo que diversas consequências já podem ser constatadas.

O conceito de Impacto Ambiental legalmente adotado é definido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (Brasil, 1986), que em seu Artigo 1º considera:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se 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 (Brasil, 1986 – Artigo 1º).

Na concepção de Mikhailova (2011, p. 25), em busca de reduzir os impactos ambientais decorrentes das práticas humanas, ações em vista da sustentabilidade e da harmonização das práticas humanas com o meio ambiente ecológico são procuradas continuamente. Sustentabilidade é definida como: “[...] capacidade de se sustentar, de se manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre”, e que uma sociedade sustentável só pode ser considerada sustentável quando: “não coloca[r] em risco os elementos do meio ambiente”. A partir disso, a exploração de recursos naturais de modo sustentável é compreendida como uma exploração que se perpetuará, durando para sempre.

Desenvolvimento sustentável, para Mikhailova (2011, p. 2), é a evolução que: “[...] melhora a qualidade da vida do homem [...] ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos”. Sob a ótica do ideal de sustentabilidade, que prega uma visão de continuidade de exploração *ad aeternum*, o desenvolvimento sustentável configura-se como o meio para alcançar este fim.

Entretanto, é possível encontrar uma excessiva ampliação conceitual na literatura acadêmica e científica, conseqüentemente legitimando qualquer tipo de exploração, mesmo que não voltada à proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Como observa Mikhailova (2011, p.26), que registra, que alguns conceitos de sustentabilidade dão margem a explorações degradantes: “[...] desde que ela reservasse recursos para as gerações futuras [...]”. Para não legitimar atividades que degradam o meio ambiente de modo excessivo, foram realizados debates e criados mecanismos de proteção pela Sociedade Internacional, por meio de seus Órgãos Internacionais, e pela legislação pátria, por meio de promulgações legislativas.

Debates internacionais

O Equilíbrio Ambiental é uma questão que vem sendo debatida cada vez mais. Pesquisadores do século XX faziam previsões apocalípticas acerca do Crescimento Populacional *versus* Equilíbrio Ecológico. Entretanto, somente a partir da segunda metade do século XX que o tema começou a ser mundialmente pautado. Um marco foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (ONU, 1972a), em Estocolmo, Suécia, em 1972. Ao final desta Conferência foi editada a Declaração de Estocolmo sobre Meio Ambiente Humano, com 26 Princípios e o Plano de Ações para o Meio Ambiente, com 109 recomendações (Oliveira, 2017, p. 22).

A Conferência de Estocolmo de 1972 (ONU, 1972a), promoveu a formação de ministérios e agências ambientais em todo o Planeta, deu início a uma série de novos

acordos globais para proteger coletivamente o Meio Ambiente e levou à formação do PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU, 1972b), também denominado ONU Meio Ambiente, com sede na Cidade de Nairóbi - Quênia, a principal Autoridade Global em Meio Ambiente.

A CMMD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1983 (ONU, 1991), publicou em 1987 o Relatório Nosso Futuro Comum ou Relatório *Brundtland*, que traçou o conceito mais difundido de Desenvolvimento Sustentável, definido pela CMMD (1991, p.46) como: “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”. A Convenção sobre Diversidade Biológica é um importante instrumento de proteção à biodiversidade.

A UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (ONU, 1992a), trata-se de um Tratado Internacional resultante da CNUMAD – II Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, informalmente conhecida como a Cúpula da Terra (ONU, 1992b – grifo nosso). A I CNUMAD, foi desenvolvida em 1972 (ONU, 1972).

Na UNFCCC (1992a), os países participantes se comprometeram a se reunir, para discutir as questões climáticas na COP - Conferência das Partes (COP), trata-se do órgão supremo e deliberativo da UNFCCC.

Todos os membros signatários da UNFCCC (ONU, 1992a), que assinaram e ratificaram a Convenção (ONU, 1992b) e o Protocolo de Kyoto (ONU, 1998 – grifo nosso), estão representados na COP. As reuniões da COP são realizadas anualmente e suas decisões são soberanas e obrigam a todos os signatários. Cada Edição é sediada em um dos países membros, que organiza o evento em colaboração com a Secretaria da UNFCCC.

A Conferência das Partes (COP) é o encontro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (ONU, 1992a), realizada anualmente por representantes de vários países com objetivo de debater as mudanças climáticas, encontrar soluções para os problemas ambientais que afetam o planeta e negociar acordos, prevenindo por meio de ações as intervenções humanas perigosas ao Sistema Climático Mundial.

A primeira Edição da Conferência das Partes, a COP1, ocorreu em Berlim, Alemanha, em 1995. Já a COP3 aconteceu no Japão, em 1997, quando foi criado o Protocolo de Kyoto (ONU, 1998 – grifo nosso), um Acordo Ambiental, que estabeleceu metas para reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs), principalmente por parte dos países industrializados.

Conforme disposto, no Protocolo de Kyoto (ONU, 1998), Artigo 25º, parágrafo primeiro:

Este Protocolo entra em vigor no nonagésimo dia após a data em que pelo menos 55 Partes da Convenção, englobando as Partes incluídas no Anexo I que contabilizaram no total pelo menos 55 por cento das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 das Partes incluídas no Anexo I, tenham depositado seus instrumentos de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão [...] (ONU, 1998, Artigo 25º § 1).

O Protocolo, também estimulou a criação de formas de desenvolvimento sustentável para preservar o Meio Ambiente. Ao ser adotado, o Protocolo de Kyoto foi assinado por 84 países. Os Estados Unidos, um dos países que mais emitem gases poluentes no Planeta, abandonaram o Protocolo em 2001, com a justificativa de que cumprir as metas estabelecidas comprometeria seu desenvolvimento econômico. A COP21, foi desenvolvida em Paris, na França, no período de 30 de novembro a 11 de

dezembro de 2015. Aproxima-se a data da 30ª. Edição - COP30 (grifo nosso), no ano de 2025, da Conferência que terá como sede, pela primeira vez o Brasil (grifo nosso), em Belém, no Estado do Pará.

Nas Conferências da COP, são analisadas as implementações dos Instrumentos Jurídicos adotados pelas Partes. É a oportunidade, também, para tomada de decisões, incluindo adoções de Acordos. Uma tarefa fundamental da COP é de estabilizar as concentrações de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, do Planeta Terra, em um nível que impeça uma interferência humana perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado em um prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e permitindo ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável. Além de rever os relatórios apresentados pelas Partes sobre as suas emissões de GEEs e a Ação Climática.

A Figura 1, apresenta a cronologia dos Eventos da ONU – Organização das Nações Unidas, desde a criação do PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU, 1972b), em 1972.

A II CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Rio-92, ou Cúpula da Terra (ONU, 1992b – grifo nosso) foi realizada entre 3 e 14 de junho de 1992, no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, e reuniu Chefes de Estado dos países-membros da ONU. Os participantes buscavam meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra. Foi a segunda Conferência Internacional voltada à Sustentabilidade e ao Desenvolvimento Sustentável. Como expõem Oliveira (2017, p.23), contou com a presença de: “[...] 179 países, 116 chefes de Estado e de governo e mais de 10.000 participantes [...]”. E a maioria dos Documentos gerados possuem caráter meramente recomendatório, não geraram obrigações legais. Na Conferência Rio-92 (Brasil, 1992b), resultaram a elaboração dos seguintes Documentos Oficiais: Carta da Terra; Convenções: Biodiversidade, Desertificação e Mudanças Climáticas; Declaração de Princípios sobre Florestas; Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento; Agenda 21 (Brasil, 1992 – 1995). A Assembleia-geral das Nações Unidas criou, em dezembro de 1992, a CNUDS -Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Brasil, 1995), Comissão vinculada ao Conselho Econômico e Social da ONU. Seu principal objetivo é supervisionar os resultados das Conferências.

Figura 1 - Cronologia dos Eventos da ONU – Organização das Nações Unidas, desde a criação do PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU, 1972b), em 1972.



Fonte: Synergia Socioambiental.

Dentre as Normativas da Rio-92 (ONU, 1992b – grifo nosso), duas possuem força vinculante, que, conforme Antunes (2017, p. 792): “A Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima e a Convenção sobre Diversidade Biológica possuem força jurídica vinculante, obrigatória, como *hard law*. As demais são declarações destituídas de caráter vinculante, chamadas no direito internacional de *softlaw*”.

No Ano 2000, a ONU - Organização das Nações Unidas, reuniu representantes de 189 países, chefes de Estado e de Governo, na reunião Cúpula do Milênio da ONU (ONU, 2001- grifo nosso). Das discussões e propostas surgiram os "ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio até 2015", detalhado na Figura 2.

Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)



Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) – ONU, 2000.

Do conceito de Desenvolvimento Sustentável, para Mikhailova (2011, p. 6), integrou-se três vieses necessários para alcançá-lo: “Crescimento e Equidade Econômica; Conservação de Recursos Naturais e do Meio Ambiente; e Desenvolvimento Social”. Assim, este Conceito tornou-se mais palpável, com uma evolução do Conceito de Sustentabilidade do ponto de vista social e econômico. O documento conforme a Figura 1, apresentou as metas dirigidas a áreas prioritárias que precisariam ser atingidas para melhorar as condições de saúde, de educação, bem como eliminar a extrema pobreza, entre outros.

Em 2002 ocorreu, em Johannesburgo, África do Sul, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, da ONU, também conhecida como Rio+10 (ONU, 2002 - grifo nosso). Recebendo esta denominação, por ter sido realizada após dez anos da Conferência do Rio de Janeiro (Rio-92). Com a necessidade de adotar medidas concretas para realizar os objetivos traçados pela Agenda 21 (Brasil, 1992; ONU, 1995 – grifo nosso), que não estavam sendo satisfatoriamente implementados, onde foram elaborados dois Documentos Oficiais: A Declaração Política - O Compromisso de Johannesburgo sobre Desenvolvimento Sustentável e o Plano de Implementação (ONU, 2002).

Entre os dias 13 a 22 de junho de 2012, foi realizada, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20 (ONU, 2012 – grifo nosso). A Rio+20 foi assim conhecida porque marcou os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

(Rio-92) e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas.

A Rio+20 (ONU, 2011) foi o quarto evento de uma série de encontros que se iniciaram em 1972, em Estocolmo, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, seguida da Rio 92, e da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburgo, em 2002. A proposta brasileira de sediar a Rio+20 foi aprovada pela Assembleia-Geral das Nações Unidas, em sua 64ª Sessão, em 2009. Segundo o Comitê Organizador da Rio+20, a Conferência buscava uma: “[...] renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável [...]”.

Entretanto, como expõem Antunes (2017, p. 792), não teve a mesma representatividade, uma vez que diversos países se encontravam em crise econômica e, por consequência, seus representantes não estavam dispostos a se comprometer com medidas vinculantes ou metas ambientais.

No ponto de vista de Oliveira (2017, p. 30) os seus dois focos temáticos foram a Economia Verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da Erradicação da Pobreza; e a Estrutura Institucional para o Desenvolvimento Sustentável. O documento produzido, na Conferência Rio+20 - “O Futuro que Queremos” (ONU, 2011), renova os compromissos políticos assumidos em convenções anteriores ao mesmo tempo que assinala proposições sobre a economia verde; desenvolvimento sustentável e meios para alcançá-los.

Em relação a participação e contribuição do Brasil, na Rio+20, foi elaborado um documento, denominado de Documento de Contribuição Brasileira à Conferência RIO+20 (Brasil, 2011 – grifo nosso).

Em setembro de 2015, líderes mundiais e representantes da sociedade civil reuniram-se na sede da ONU, em Nova York - EUA, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. Esse plano, conhecido como **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015 -grifo nosso)**, resultou na criação de **17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (ONU, 2015 - grifo nosso)**, conforme detalhados na Figura 3 abaixo, que se baseiam nos antigos ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ONU, 2001).

Figura 3 – ONU Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Nações Unidas Brasil.

Em 14 de setembro de 2023, foi promulgada no Brasil o Decreto N° 11.704, que institui a CNODS - Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Brasil, 2023).

A CNODS (Brasil, 2023), apresenta-se como um colegiado de natureza consultiva e funcionará no âmbito da Secretaria-Geral da Presidência da República. O objetivo é contribuir para a internalização da **Agenda 2030** (ONU Brasil, 2015 – grifo nosso) no país, estimular a sua implementação em todas as esferas de governo e junto à sociedade civil, além de acompanhar, difundir e dar transparência às ações realizadas para o alcance das suas metas e ao progresso no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perspectiva ambiental

Nas dimensões da tríade da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, ou seja, no âmbito social, econômico e ambiental, Oliveira *et al.* (2014), define que, o Aspecto Ambiental pode ser dividido em Três Subdimensões:

A primeira foca a ciência ambiental e inclui ecologia, diversidade do habitat e florestas. A segunda inclui qualidade do ar e da água (poluição) e a proteção da saúde humana por meio da redução de contaminação química e da poluição. A terceira subdimensão foca a conservação e a administração de recursos renováveis e não renováveis e pode ser chamada de sustentabilidade dos recursos (Oliveira *et al.*, 2014).

Todo ser que vive na terra está se relacionando com o meio ambiente, impactando seu equilíbrio. A capacidade de manutenção da vida na terra e seu equilíbrio estão interligados. A degradação ambiental, mesmo que em menor escala, interfere de alguma forma em todo o mundo, uma vez que todos os sistemas do planeta estão minimamente relacionados ou interligados.

A degradação de recursos naturais florestais e hídricos, bem como a emissão de poluentes tóxicos na atmosfera, são alguns dos maiores desafios a serem combatidos.

Sob o ponto de vista de Andreoli *et al.* (2014, p. 443), ao mesmo tempo, é imprescindível focar na administração e conservação dos recursos renováveis, que

doutrinariamente dispõe que: “Os cientistas reconhecem atualmente que a Terra é um sistema autorregulador composto de todas as suas formas de vivas (sic), incluindo os seres humanos e todas as partes materiais que a constituem, o ar, os oceanos e as rochas da superfície”.

Todos os países têm que reconhecer seu papel e desenvolver suas Políticas de Resíduos e de Exploração de maneira coletiva e concomitante, lançando esforços no sentido de buscar o ideal de Sustentabilidade e manter o Meio Ambiente ecologicamente equilibrado. Na perspectiva de Oliveira (2017, p. 228): “O planeta está ligado por conexões e essa comunicação climática faz com que a degradação do ambiente europeu influencie no clima de todo o planeta, e vice-versa”.

Não se pode esperar que providências sejam tomadas apenas a nível global, ignorando as pequenas atitudes e as políticas individuais de cada país, mas sim conjuntamente com as preocupações governamentais de cada nação. Também não devemos criar mecanismos de proteção sem supervisionar sua atuação e eficiência. Se há deficiência na proteção ambiental, esta deve ser atribuída à carência de supervisão não apenas do todo, como também de seus membros.

Um grande exemplo pode ser visto nos países da União Europeia, que possuem consideráveis problemas com a proteção ambiental, mesmo com um Órgão Central encarregado de fiscalizar a proteção ambiental. Conforme Oliveira (2017, p. 85): “A ineficiência em proteção ambiental na União Europeia não está em seus instrumentos de proteção, e sim, a cargo dos Estados membros que deveriam supervisionar melhor e fazer cumprir as Diretivas e normativas, em geral, na União Europeia, e também em âmbito, interno, para a preservação ambiental”.

É relevante mencionar a carência de regulamentação voltada à proteção dos solos na Europa, o qual gera um debate doutrinário sobre a real importância de sua preservação.

Como expõem Oliveira (2017), não é fácil correlacionar o dano ao solo com os efeitos produzidos ao ar e à água. A proteção ambiental que se vê na Europa é historicamente voltada, quase que exclusivamente, à proteção da saúde das pessoas, ao mesmo tempo que há quem não considere o solo como um bem ambiental, em si, em função disso. Um reconhecimento da relevância da sustentabilidade ambiental mundial pode ser visto no Parlamento Europeu, que vem criando resoluções voltadas à conscientização.

Na concepção de Oliveira (2017, p. 85-86), estas resoluções demonstram uma grande preocupação: “[...] com as mudanças que já estão acontecendo no planeta e [concluem] que precisam ser desenvolvidas políticas ambientais ainda mais urgentes para evitar um caos ainda maior no meio ambiente [...]”. Ou seja, embora a proteção ambiental na União Europeia venha sendo deficiente, as pessoas estão se conscientizando de que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é imprescindível para a manutenção da prosperidade.

Realidade ambiental no Brasil

O Brasil possui papel de destaque não somente em meio aos debates internacionais como também em relação ao equilíbrio ecológico do planeta. Para Andreoli *et al.* (2014, p. 446): “[...] o Brasil reúne quase 12% de toda a vida natural do planeta [...]”. Este valor é extremamente elevado dada a imensa diversidade de biomas existentes no Brasil, e deve ser preservado.

Exemplo da influência mundial do Meio Ambiente Brasileiro pode ser observado, com o efeito que é denominado de “*pó de fada*” da Amazônia, que produz um gás, que conforme explana Oliveira (2017) - Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia (INPA) - que alerta sobre os efeitos positivos que a floresta amazônica tem sobre o mundo:

[...] a floresta amazônica produz um gás (pó de fadas) que sai das árvores e que se oxida na atmosfera húmida para precipitar um pó fino que é muito eficiente para formar as chuvas e que essas árvores são semelhantes a bombas que lançam ao ar 1.000 litros de água por dia; retirando-a do solo, a evaporam e a transferem para a atmosfera, lançando 20 bilhões de toneladas de água na atmosfera diariamente. [Enquanto isso] o rio Amazonas, o mais volumoso do mundo, deposita 17 bilhões de toneladas de água no Oceano Atlântico [...] (Oliveira, 2017, p.87).

Desta forma, tem-se o denominado “*pó de fadas*” proveniente da transpiração das árvores na Amazônia, evidência da interconexão de todo o Meio Ambiente, desenvolvendo uma complexa rede. Sob o ponto de vista de Oliveira (2017, p. 87), um furacão na Indonésia pode ser influenciado por uma mudança climática na Floresta Amazônica. Esta é a prova de que tanto o ar, quanto o solo e a água, estão interligados enquanto elementos de uma mesma Natureza.

Na prática, ao invés de haver um maior foco na Pesquisa voltada ao Equilíbrio Ambiental e sua Preservação, o que se vê é um descontrolado avanço na ocupação humana, provocando os grandes impactos ambientais, que estão acontecendo no Planeta. A consequência, de acordo com Andreoli *et al.* (2014, p. 448), é: “[...] uma grande degradação de habitats naturais e o desaparecimento de espécies e formas genéticas [...]”. Ou seja, a Degradação da Flora e Fauna não é apenas uma “ameaça à biodiversidade”, mas também a todo o Equilíbrio Ecológico e ao Ser Humano, pois desregulará a dinâmica ambiental de todo o Planeta Terra.

Problemática da Legislação Ambiental Brasileira

A Legislação Ambiental Brasileira, deve prever a degradação e estar a par dos problemas para impedir que, primeiro ocorra o dano ambiental para, só então, tentar compensar. Oliveira (2013, p. 238) aponta que: “[...] as normatizações brasileiras vêm tendo frequentes alterações para tentar acompanhar o rápido ritmo de crescimento populacional e os avanços tecnológicos [...]”.

Anteriormente à Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988), já haviam Leis Brasileiras voltadas à Proteção Ambiental, mas foi principalmente, com ela, que realmente deu-se uma maior visibilidade à questão, inclusive com um Capítulo exclusivamente voltado à Proteção do Meio Ambiente.

Como expõem Duarte Júnior (2011), o Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado é elevado a nível de Princípio constitucional por meio do Art. 225 (considerado extensão do Art. 5, que trata dos Direitos Fundamentais da Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988), que versa: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder

O Brasil já possuía uma Legislação voltada à Preservação Ambiental anteriormente aos debates internacionais, embora a exploração e degradação ambiental no Brasil desenvolva-se de modo predatório.

Práticas Sustentáveis

Nos países em desenvolvimento, além dos problemas econômicos, cada vez mais problemas sociais e ambientais estão presentes. É imprescindível repensar o dever do Estado de zelar pela observância dos direitos humanos e sociais ao longo de sua jurisdição; dentre eles, principalmente, a Sustentabilidade. Para isso, os Estados devem estimular que as organizações respeitem os direitos bem como desencorajar sua não observância.

A ISO 26.000 que trata de responsabilidade social expõe que as organizações têm dever de respeitar os direitos humanos: “Respeitar os direitos humanos significa, antes de mais nada, não infringir os direitos dos outros” (INMETRO, 2010, p. 37).

Empresas e organizações são cada vez mais incitadas a desenvolver suas atividades no contexto da responsabilidade social e ambiental. Com a crescente Consciência Ambiental, urge que condutas empresariais incorporem questões Socioambientais tanto nas atividades-fim quanto nas atividades-meio de seus processos produtivos, em busca do ideal, o Desenvolvimento Sustentável.

A discussão sobre Sustentabilidade no meio empresarial remete a alternativas que visem a obtenção de lucro com o menor impacto possível ao meio ambiente. Entretanto, qualquer ente ou pessoa que aja de modo poluidor e que degrade o meio ambiente deve responder por estes atos, bem como devem ser implementadas formas adequadas de interação da atividade empresarial com o meio ambiente que conduzam ao desenvolvimento sustentável. Uma das formas existentes para se alcançar a Sustentabilidade se dá por meio do investimento em Ciências, Tecnologia e Inovação (CT&I). Estes investimentos são potencialmente impactantes na criação de novos modos de explorar, reciclar e poupar recursos naturais, o que corrobora para o desenvolvimento sustentável.

Consumo Sustentável

Com a evolução do ramo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), são geradas novas formas, geralmente mais econômicas, de se desempenhar o mesmo papel, fazendo com que a sustentabilidade possa estar cada vez mais tangível.

As medidas ambientalmente favoráveis têm impacto econômico, pois transformam-se em retorno financeiro, gerando melhor aproveitamento de recursos. É publicitariamente atrativo para as empresas, pois constitui um diferencial, gerando prestígio em função da postura ética e da preocupação em ser ecologicamente sustentável. Costuma ser interpretado como respeito ao consumidor e à sociedade. Como expõem Maimon (1994), no final do século XX, uma pesquisa feita com consumidores de 22 países demonstrou a crescente preocupação ambiental e a preferência por produtos sustentáveis:

Os eco-produtos são um mercado promissor. Após consultar a população de 22 países ricos e pobres, uma (...) pesquisa de mercado elaborada pelo Instituto Gallup indicou que, em 20 deles, os problemas ambientais foram considerados prioritários vis a vis a questão do crescimento econômico. Do total dos entrevistados, 53% disseram estar dispostos a pagar um preço mais alto pela proteção do meio ambiente. Também pensavam assim 71% dos brasileiros pesquisados (Maimon, 1994, p. 125).

Preconizado pela Agenda 21, Capítulo 4 (Brasil, 1992; ONU, 1995), os padrões de consumo mundial devem mudar, pois estão em níveis insustentáveis, causando impactos negativos ao meio ambiente. Os produtos devem ser embasados em tecnologia

ambientalmente saudável e seu consumo deve seguir a mesma linha, pois consumo sem consciência é grande causador de impacto ambiental e social.

Sob o ponto de vista de Furtado (1974, p. 75), que registra: “O custo, em termos de depredação do mundo físico, desse estilo de vida, é tal forma elevado que toda tentativa de generalizá-lo (sic), levaria inexoravelmente ao colapso da civilização atual [...]”.

Deve-se pensar em uma forma de capitalizar os esforços em prol da sustentabilidade e somar esta ao conceito de consumo, afastando a ideia de consumismo desmedido que se viu ao longo do último século. O que se aproxima do ideal é o denominado *consumo sustentável* ou *consumo consciente*, que envolve consciência desde antes do momento da compra, com o consumo apenas de produtos estritamente necessários, reduzindo ou anulando os desperdícios. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2010), o consumo sustentável implica na: “[...] escolha de produtos que utilizaram menos recursos naturais em sua produção, que garantiram o emprego decente aos que os produziram, e que serão facilmente reaproveitados ou reciclados”.

De acordo com Bertolini *et al.* (2011), consumidores preocupados com o meio ambiente são: “[...] aqueles que se caracterizam comprando produtos que tenham menor impacto ao meio ambiente quando eles têm uma oportunidade de comprar”. Para tanto, demanda-se aumento na consciência ecológica, maior senso de responsabilidade e melhor compreensão das consequências sociais e ambientais do consumo dos produtos. O Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2010), reconhece que a: “[...] mudança de comportamento é algo que leva tempo e amadurecimento do ser humano, mas é acelerada quando toda a sociedade adota novos valores”.

Empresas, consumidores e governos devem lançar esforços em busca de uma exploração sustentável e equilibrada do meio ambiente, de modo a não exaurir a biosfera. Embora os movimentos de consumo alternativos ainda sejam imperfeitos, Gonçalves-Dias e Moura (2007, p. 9) enfatizam que: “[...] é preciso reconhecer que eles podem estar indicando o início de um processo que acabe levando ao consumo sustentável”. Este não é e nem pode ser um trabalho isolado dos consumidores, deve envolver também empresas em busca do bem-estar comum.

Conceito de Inovação

No Brasil, por meio do Decreto 5.798, de 7 de junho de 2006 (Brasil, 2006), foi definido no Artigo 2º, Inciso I, o conceito de inovação tecnológica, sendo: “[...] a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado [...]”.

Em 2005 o Manual de Oslo suprimiu o termo *tecnológica* da definição de inovação, pois causava diversos equívocos (Brasil, 2006b, p. 24). Entretanto, a maioria dos órgãos governamentais e de fomento nacionais continuam utilizando a expressão “inovação tecnológica”. A definição adotada pelo ordenamento brasileiro está baseada no Manual de Frascati, que segundo a ANPEI (2014, p. 5): “[...] mais abrangente e flexível quanto às definições e metodologias de inovação tecnológica [...]”.

O Manual de Oslo (Brasil, 2006b, p.55), visa orientar a coleta de dados sobre inovação no âmbito empresarial, e não referenciar mudanças amplas na indústria ou na economia e conceitua: “Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de

marketing, ou novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”.

Sendo propositalmente abrangente, é restritiva para distinguir inovação de invenção e é metodicamente clara para demonstrar que os resultados de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) não são necessariamente inovações. Por serem relativamente amplas, as mudanças (inovações) podem ser de vários níveis, desde métodos de trabalho a produtos, sendo classificadas pelo Manual em quatro tipos: Inovações de Produto; Inovações de Processo; Inovações Organizacionais e Inovações de Marketing.

EcoInovação

A evolução da Ciência, Tecnologia e Inovação, somada à preocupação e necessidade de solucionar os problemas ambientais, fez com que se buscasse formas menos impactantes de explorar o meio ambiente. Da intersecção da inovação com a sustentabilidade surgiu a EcoInovação. No âmbito empresarial, é a inovação que, segundo o Sebrae (2017): “[...] cria valor agregado sem comprometer o equilíbrio entre os aspectos econômico, ambiental e social das empresas, fortalecendo a sua competitividade, lucratividade e sobrevivência [...]”.

Para tanto, as empresas precisam seguir uma série de ideais, a fim de ser, ao mesmo tempo, uma empresa inovadora e uma empresa sustentável. Ser unicamente inovadora, escusando as preocupações ambientais, não é mais aceitável. Ou seja, o ideal de uma empresa é ser eficiente economicamente, respeitar o meio ambiente quanto à capacidade de este dispor recursos e ser um meio de integração social. Com isto em vista, o Sebrae (2017) considera:

Uma empresa inovadora e sustentável não é aquela que introduz novidades de qualquer tipo, mas que desenvolve ou adota processos de produção, serviços ou métodos de gestão ou de negócio que são novos para a organização e que resultam, ao longo do seu ciclo de vida, em resultados positivos para a sociedade e o meio ambiente, como reduções de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos (Sebrae, 2017).

É um conceito que surgiu recentemente, apenas na última década do século XX, e, segundo Maçaneiro e Cunha (2012, p. 269-270), o termo foi empregado pela primeira vez: “[...] por Fussler e James em seu livro *Driving Eco-Innovation*, publicado em 1996 [...]”. Desde então, diversos pesquisadores buscaram evoluir o conceito a fim de aperfeiçoar o significado de EcoInovação.

O termo EcoInovação não é o único empregado com o sentido de exprimir a ideia de inovação voltada à Sustentabilidade. Embora não haja unanimidade, a variação existente geralmente foca na relação entre Inovação e Questão Ambiental, onde outros termos ganham destaque, além de EcoInovação (*eco-innovation*), conforme citam Bernauer *et al.* (2007); DeMarchi, (2012) e Vaz *et al.* (2012).

Sob o ponto de vista de Vaz *et al.* (2012, p. 4-5): “Entre os termos empregados no meio acadêmico para eco-inovação estão: *ecoinnovation*, inovação verde (*green innovation*), inovação sustentável (*sustainable innovation*), inovação ambiental (*environmental innovation*) e *clean-innovation* (inovação limpa), todos considerados sinônimos”. O contexto em que o termo é empregado pode alterar significativamente o significado das expressões variantes, podendo resultar em maior ou menor perspectiva, como é a diferença entre EcoInovação e Inovação Ambiental, estando a última inserida na primeira.

Neste sentido, Moura e Avellar (2016) pontuam:

A inovação ambiental é um conceito mais restrito e se refere às inovações que são previamente planejadas e destinadas para reduzir a degradação ambiental, enquanto as Eco-Inovações, além dessas citadas, engloba também as inovações que reduzem os impactos ambientais, sem que esse seja o objetivo principal da ação, sendo assim uma definição mais abrangente (Moura; Avellar, 2016, p.3).

As primeiras definições de Ecoinovação surgiram restritas primordialmente à dimensão Ambiental. Apesar dos problemas iniciais em definir um conceito unificado, no começo, atualmente já se tem uma relativa padronização. Sob o ponto de vista de Koeller e Miranda (2018, p. 8), que registram: “Embora na literatura haja diversos termos para designar a inovação ambiental, houve, se não uma convergência, superposição importante entre eles”.

Neste ponto, inicialmente surgiu um contraponto, onde algumas doutrinas se dividiam entre classificar como Ecoinovação considerando unicamente sua motivação ou exclusivamente seus resultados. Nas várias conceituações que se deram, entretanto, as mais populares e difundidas são as que consideram, independente da motivação inicial, o resultado alcançado como o mais relevante para se medir se é Ecoinovação ou não. A partir disso, é possível concluir que se pode inovar sem Ecoinnovar, bem como Ecoinnovar sem que de fato se buscasse alcançar este fim.

Por ser evolução da Inovação, a única exigência é que, além de estar voltada à Sustentabilidade (em qualquer esfera), o produto, processo de produção, serviço, gestão, método, design ou marketing devem ser novos para a empresa que o está desenvolvendo ou adotando.

Sob o ponto de vista de Maçaneiro e Cunha (2012), conforme Quadro 1, os Conceitos de Ecoinovação são detalhados:

Quadro 1 - Conceitos de Eco Inovação

Fussler e James (1996)	A eco inovação é considerada como novo produto, ou processo que agrega valor ao negócio e ao cliente, diminuindo significativamente os impactos ambientais.
Rennings (1998), Kemp e Foxon (2007), Arundel e Kemp (2009)	É a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo de produção, estrutura organizacional ou de gestão ou método de negócio que é novo para a empresa ou usuário. Os resultados são para uma redução de riscos ambientais, poluição e os impactos negativos da utilização dos recursos, se comparado com as alternativas correspondentes.
Andersen (2008); Foxon e Andersen (2009a)	É definida como inovação que é capaz de atrair rendas verdes no mercado, reduzindo os impactos ambientais líquidos, enquanto cria valor para as organizações.
Könnölä; Carrillo-Hermosilla; Gonzalez (2008)	É um processo de mudança sistêmica tecnológica e/ou social que consiste na invenção de uma ideia e sua aplicação na prática da melhoria ambiental.
Reid e Miedzinski (2008)	É a criação de novos e competitivos esforços de produtos, processos, sistemas, serviços e procedimentos concebidos para satisfazer as necessidades humanas e proporcionar melhor qualidade de vida para todos, com utilização mínima do ciclo de vida de recursos naturais e liberação mínima de substâncias tóxicas

OECD (2009b)	Representa uma inovação que resulta em uma redução do impacto ambiental, não importa se esse efeito é intencional ou não.
--------------	---

Fonte: Maçaneiro e Cunha (2012, p. 270).

Para seu desenvolvimento e implementação, a Eco inovação possui três tipos de Agentes, segundo Koeller e Miranda (2018):

- a) ecoinovadores estratégicos – agentes ativos nos setores de equipamentos e serviços que desenvolvem eco inovações para venda;
- b) ecoadotadores estratégicos – implementam eco inovações intencionalmente;
- c) ecoinovadores passivos – implementam inovações de produto, organizacionais, de processo, que resultam em benefícios ambientais, sem estratégia específica relativa a impactos ambientais (Koeller; Miranda, 2018, p. 9).

Do ponto de vista Ambiental, Koeller e Miranda (2018), complementam que as Eco inovações podem variar entre quatro categorias, a depender do tipo de tecnologia empregada ou desenvolvida:

- 1) tecnologias ambientais – ou limpas – utilizam recursos naturais de forma sustentável, “poupano-os” ou reduzindo o impacto de rejeitos industriais, por meio de alterações no processo produtivo, como equipamentos para tratamento de resíduos;
- 2) inovações organizacionais para o meio ambiente – sistemas de gestão ou métodos de organização introduzidos no processo produtivo para tratar questões ambientais, com destaque para a mitigação de impactos e prevenção de riscos, acidentes e infrações à legislação ambiental, como, por exemplo, adoção de sistemas de gestão ambiental que resultem na obtenção do certificado ISO 14001;
- 3) inovações em produtos e serviços que oferecem benefícios ambientais, como são as construções ecológicas e os sistemas de compartilhamento de veículos;
- 4) sistema de inovações verdes – sistemas de produção e consumo que respeitam mais o ambiente, em comparação àqueles já existentes, podendo significar uma mudança de comportamento por parte dos consumidores, como no caso da agricultura orgânica. (Koeller; Miranda, 2018, p. 9)

Mas, devido à Eco inovação estar ligada ao resultado obtido, é levado em consideração a melhora da qualidade de vida das pessoas, a redução de riscos ambientais, da emissão de poluição, do uso de recursos naturais ou da redução de biodiversidade comparativamente às formas anteriormente empregadas. A Eco inovação, por fim, segundo Rabêlo (2015, p. 10), se caracteriza por: “incorporar melhorias contínuas nos processos técnicos, gerenciais e organizacionais referentes à relação entre as empresas e o ambiente natural”.

O ideal da Eco inovação é Inovação até se alcançar o patamar de Tecnologia Limpa. Pereira e Cunha (1998, p. 67) delimitam que Tecnologias Limpas são caracterizadas pela: “adoção de qualquer medida de mudança ou transformação de métodos utilizados para reduzir, ou melhor, eliminar, já na fonte, a produção de qualquer tipo de poluição”. A partir disso, classificam Tecnologias Limpas em: Tecnologias de Controle e Tecnologias de Prevenção.

Segundo Pereira e Cunha (1998, p. 68), as Tecnologias de Controle seguem a lógica: “a empresa produz a poluição para somente depois tratá-la”. Embora Tecnologias de Prevenção possam ser mais caras, observam também que, para se alcançar a

sustentabilidade ambiental: “parece ser comum o processo de primeiro implantar tecnologias limpas de controle para depois tentar alcançar a ideal: a de prevenção”.

Uma empresa já atuante começa a Ecoinnovar a partir da necessidade de reduzir a sua emissão de poluentes, o que concomitantemente gera retorno, pois há uma redução de gastos com matéria-prima e energia, além de aumentar a visibilidade e o prestígio da mesma com a sociedade.

Por mais que existam pontos positivos às políticas socioambientais voltadas à inovação e à Ecoinovação, há ressalvas. Uma crítica é referente ao aumento dos custos dos produtos, uma vez que, segundo Gonçalves e Moura (2007, p. 7-8): “[...] incorporação do custo ambiental ao preço das mercadorias faz com que esse custo recaia mais no consumidor do que no produtor [...]”.

Sob o ponto de vista de Abramovay (2012, p. 26), considerando que a Inovação e a Ecoinovação têm permitido que se gere cada vez mais riqueza com uma quantidade cada vez menor de recursos dispendida para tal, havendo um maior aproveitamento dos recursos, esta redução é apenas relativa, porque não há uma redução na pressão sobre os ecossistemas, muito pelo contrário. Observa que a inovação tecnológica é insuficiente para elucidar os problemas da degradação ambiental sozinha, ao dizer:

Como expõem Abramovay (2012):

O século XXI exige governança da inovação tecnológica, sem dúvida: mas ele exige, sobretudo, governança dos limites no uso de materiais, de energia e nas emissões de gases de efeito estufa. E é impossível lidar com esses limites apenas por meio da inovação tecnológica, sem que se enfrentem as desigualdades que marcam a distribuição e o emprego desses recursos materiais, energéticos e bióticos na economia global e no interior dos diferentes países (Abramovay, 2012, p. 22).

Desse modo, a Ecoinovação, enquanto meio para se alcançar a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento sustentável, é ineficiente, se esta for, sozinha, a única prática adotada com este objetivo. Como expõem Gonçalves e Moura (2007, p.8), que fazem uma observação no mesmo sentido: “É requerida uma redução no consumo que vá além da mera substituição de produtos poluentes por verdes com o mesmo ou maior nível de consumo”.

O foco excessivo apenas em desenvolvimento econômico e social, no final não colabora para o avanço da Economia Verde e do real viés Ambiental da Ecoinovação; e o grande desenvolvimento que a sociedade vem passando são as principais causas da degradação ambiental nos países membros da União Europeia (Abramovay, 2012).

Embora os movimentos de consumo alternativos ainda sejam imperfeitos, segundo Gonçalves e Moura (2007, p. 9): “[...] é preciso reconhecer que eles podem estar indicando o início de um processo que acabe levando ao consumo sustentável”. A partir disso, Empresas, Consumidores e Governos devem trabalhar juntos no sentido de lançar esforços em busca de uma exploração mais Sustentável e Equilibrada do Meio Ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os debates sobre sustentabilidade no final do século XX e começo do século XXI, embora se aproximassem da Sustentabilidade Ambiental, eram voltados primordialmente ao desenvolvimento social e econômico, apenas com genéricas tratativas acerca do desenvolvimento ambiental, por vezes negligenciado.

É necessário estimular uma preocupação a nível social para uma maior conscientização das práticas de consumo. A Gestão Ambiental das Empresas pode gerar oportunidades de posicionamento de organizações frente ao tema, favorecendo que

atividades sustentáveis possam ser desenvolvidas, incentivando a competitividade industrial.

Há uma série de suportes e auxílios, como o Projeto de EcoInovação da ONU Meio Ambiente, o auxílio de Universidades por meio de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) e Incubadoras, Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICTs), incentivos fiscais, dentre outros, que estão permitindo que empresas já se originem utilizando-se de Tecnologias Limpas de Prevenção de emissão de poluição, ou até mesmo incentivando empresas a se adequarem a esta política. Estas pequenas atitudes não podem ser desprezadas, pois demonstram uma colaboração mútua no sentido de levar o mundo para um futuro onde existe uma maior integração com a natureza, com práticas mais ambientalmente sustentáveis.

Pode-se perceber que a EcoInovação, em si, por ser um conceito que busca relacionar inovação à sustentabilidade, está ligado às suas três esferas: Social, Econômica e Ambiental. O termo pode ser, portanto, empregado de modo não correlacionado com o ideal de equilíbrio ambiental; o que, por vezes, pode significar investir em melhorias de âmbito exclusivamente social ou econômico, para gerar menores custos ou poupar excessivos dispêndios em recursos.

Embora possa não ser uma atitude suficientemente engajada ou drástica ante os desgastes ambientais existentes, está inclinada em direção ao ideal de Sustentabilidade, sendo uma atitude louvável. Entretanto, não é suficiente focar apenas na (eco)inovação voltada a uma economia de recursos ou aperfeiçoamento industrial; porque, por mais que seja possível um avanço na gestão dos recursos, resultando em um melhor aproveitamento de material ecológico e gerar um ciclo de desenvolvimento e descarte que não degrade, em grande escala, o Meio Ambiente; se não houver Políticas Públicas voltadas a promover uma redução do consumo absoluto, ou a sociedade não se empenhar em consumir de modo consciente, a tendência consumista acarretará no avanço da degradação a níveis insustentáveis, independentemente da existência de alguns produtos ecologicamente sustentáveis, ou mesmo que todos os produtos atinjam este ideal.

Em um Planeta onde a conscientização ambiental e a busca por práticas sustentáveis estão em ascensão, a EcoInovação se torna uma ferramenta vital para as empresas. Ela permite que as organizações prosperem enquanto minimizam seu impacto negativo no meio ambiente.

A EcoInovação não oferece apenas benefícios significativos para as empresas, mas também desempenha um papel fundamental na construção de um futuro mais sustentável para a sociedade. Ao implementar estratégias nessa área, os negócios podem se destacar como líderes em seus setores, atendendo às demandas dos consumidores por produtos e serviços ecologicamente corretos.

A relevância da Tecnologia Sustentável, através da EcoInovação vai muito além dos benefícios econômicos e ambientais. Ela também desempenha um papel crucial na conscientização e engajamento da sociedade em relação às questões ambientais. Ao promover práticas sustentáveis e soluções inovadoras, a tecnologia inspira indivíduos, empresas e governos a adotarem uma abordagem mais responsável em relação ao meio ambiente.

Como indivíduos conscientes, é nosso dever apoiar e promover a consciência e os processos sustentáveis, em todas as esferas da vida. Ao adotar práticas mais responsáveis e apoiar iniciativas inovadoras, podemos nos tornar agentes de mudança em prol de um Planeta mais sustentável e equilibrado para as gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Desigualdades e Limites deveriam estar no Centro da Rio+20. Dossiê Sustentabilidade. **Estudos Avançados** Vol. 26 N° 74, 2012. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/bnhxJtvChzGypNhYtGj4ZTf/> Acesso em: 10/03/2024.

ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, Fabiana de Nadai; PICCININI, Cristiane; SANCHES, Andréa da Luz. **Biodiversidade: A Importância da Preservação Ambiental para a Manutenção da Riqueza e Equilíbrio dos Ecossistemas**. ANDREOLI, Cleverson V.; TORRES, Patrícia Lupion (Organizadores.). Complexidade: Redes e Conexões do Ser Sustentável. Curitiba, PR: SENAR, 2014. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/28_Biodiversidade.pdf Acesso em: 02/02/2024.

ANPEI – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. **Mapa do Sistema Brasileiro de Inovação**. São Paulo: ANPEI, 2014. Disponível em: https://anpei.org.br/download/Mapa_SBI_Comite_ANPEI_2014_v2.pdf Acesso em: 12/03/2024.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **DIREITO AMBIENTAL**. 19ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.

BERTOLINI, Rogis Flor; ROJO, Claudio Antonio; LEZANA, Rojas. **Modelo de Análise de Investimentos para Fabricação de Produtos Ecologicamente Corretos**. Gestão & Produção, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262656397_Investment_analysis_model_for_green_manufacturing Acesso em: 20/02/2024.

BERNAUER, Thomas; ENGELS, Stéphanie; KAMMERER, Daniel; SEIJAS, Jazmin. **Determinantes da Inovação Verde – Dez Anos Após a Proposta *Win-Win* de Porter: Como Estudar os Efeitos da Regulamentação Ambiental?** [*Explaining green innovation: ten years after porter's win-win proposition: how to study the effects of regulation on corporate environmental innovation?*]. *Vierteljahresschrift*, 39: 323-341, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228157517_Explaining_Green_Innovation_Ten_Years_after_Porter's_Win-Win_Proposition_How_to_Study_the_Effects_of_Regulation_on_Corporate_Environmental_Innovation Acesso em: 14/03/2024.

BRASIL. **Decreto N° 29.741, de 11 de julho de 1951**. Instituiu uma Comissão para promover a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Publicado no Diário Oficial da União - Seção 1, de 13 de julho de 1951 página 10425 (Publicação Original). Coleção de Leis do Brasil - 1951, Vol. 6, página 8, 1951. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-29741-11-julho-1951-336144-publicacaooriginal-1-pe.html> Acesso em: 22/02/2024.

_____. **Lei Nº 6.938, de 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. Brasília: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm Acesso em: 16/02/2024.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Considera a necessidade de estabelecer as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. IBAMA, 1986. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF> Acesso em: 16/02/2024.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.** Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão Nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo Nº 186/2008. Presidência da República do Brasil. Brasília: DF, Brasil, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 16/02/2024.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global.** Programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, criado na CNUMAD/92, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”. Brasília: DF, 1992. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html> Acesso em: 16/02/2024.

_____. **Decreto Nº 5.798, de 7 de junho de 2006.** Regulamenta os incentivos fiscais às atividades de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, de que tratam os Artigos. 17 a 26 da Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2006a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5798.htm Acesso em: 22/02/2024.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **FINEP-Financiadora de Estudos e Projetos. Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação.** *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual* (1997). Tradução FINED. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: MCT/FINEP / OECD/OCDE, 2006b. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf> Acesso em: 22/02/2024.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.** Portal do Livro Aberto em CT&I: Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), 2010. Disponível em: <https://ibict.br/1/11677> Acesso em: 05/03/2024.

.RIO+20. Comissão Nacional para a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Documento de Contribuição Brasileira à Conferência RIO+20. Brasília, 1º. de novembro de 2011. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/documentos/contribuicao-brasileira-a-conferencia-rio-20/at_download/contribuicao-brasileira-a-conferencia-rio-20.pdf Acesso em: 24/03/2024.

. Decreto Nº 11.704, de 14 de setembro de 2023. Institui a CNODS - Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Publicado no Diário Oficial da União, de 15/09/2023, p. 77. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11704.htm Acesso em: 03/03/2024.

CNUDS. **Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO + 20).** Comitê Facilitador da Sociedade Civil Catarinense RIO+20. *RIO+20 United Nations Conference on Sustainable Development.* Versão em Português e Revisão pela Tradutora Juramentada em Francês Júlia Crochemore Rastrepo, 2021. Disponível em: <https://riomais20sc.ufsc.br/files/2012/07/CNUDS-versão-português-COMITÊ-Pronto1.pdf> Acesso em: 03/03/2024.

DE MARCHI, Leonardo. Inovação e Institucionalização na Indústria Fonográfica Brasileira: Um Estudo de Caso das Estratégias de Negócio de Músicos Autônomos no Entorno Digital. **Revista Eletrônica Internacional de Economia Política da Informação, da Comunicação e da Cultura** (ISSN: 1518-2487). Vol. 14, Ed. 2. UFS - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: Sergipe, 2012. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=7DIkYr0AAAAJ&citation_for_view=7DIkYr0AAAAJ:0EnyYjriUFMC Acesso em: 22/03/2024.

FURTADO, Celso. **O Mito do Desenvolvimento Econômico.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; MOURA, Carla. Consumo Sustentável: Muito Além do Consumo Verde. In: **Anais do XXXI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração.** 22 a 26 de setembro de 2007. Rio de Janeiro: RJ, 2007.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Eco-innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability.** London: Pittman Publishing, 1996.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **NBR ISO 26000:2010 - Diretrizes sobre Responsabilidade Social.** *International Organization for Standardization (ISO).* Brasília: DF, 2010. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/iso26000.asp Acesso em: 20/02/2024.

KOELLER, Priscila; MIRANDA, Pedro. EcoInovação. Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Nº. 57, agosto, 2018.**

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET). Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/radar/edicoes-completas/14937-radar-n-57-ago-2018>
Acesso em: 20/02/2024.

MAÇANEIRO, Marlete Beatriz; CUNHA, Sieglinde Kindl da. EcoInovação: Um Quadro de Referência para Pesquisas Futuras. **RAM, REV. ADM. MACKENZIE**, v.16, Nº 3, p.20-50. Edição Especial. maio-junho/2015.São Paulo: SP. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ram/a/SRqVz9R8wGnsV9TxkfY9fyD/?lang=pt&format=pdf>
Acesso em: 04/02/2024.

MAIMON, Dália. Eco-Estratégia nas Empresas Brasileiras: Realidade ou Discurso? **RAE-Revista de Administração de Empresas**, [S.l.], v. 34, n. 4, p. 119-130, jul. 1994. ISSN 2178-938X. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/38314>
Acesso em: 22/03/2024.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: Evolução dos Conceitos Teóricos e os Problemas da Mensuração Prática. **Economia e Desenvolvimento**, [S.l.], julho, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/3442> Acesso em: 04/02/2024.

MORAM, M. R.; SOUZA, F. F. A.; BOAVENTURA, J. M. G.; MARINHO, B. L.; FISCHMANN, A. A. Alianças Estratégicas: Uma Análise Bibliométrica da Produção Científica entre 1989 e 2008. **Revista de Ciências da Administração**, 12(27), 42-62, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2010v12n27p63> Acesso em: 02/05/2024.

MOURA, Munique Santos; AVELLAR, Ana Paula Macedo de. **Determinantes da Eco-Inovação No Brasil: Uma Análise a partir da PINTEC 2011**. Rio de Janeiro: ANPEC, 2016.

Disponível em:

https://www.anpec.org.br/encontro/2016/submissao/files_I/i9-783ddcecb2ae2d8d8571b5943a24a251.pdf Acesso em: 04/02/2024.

OLIVEIRA, Silvia Regina Siqueira Loureiro. Instrumentos de Responsabilidade Civil Ambiental no Direito Brasileiro. (Coord.) Virginia de Carvalho Leal y Abril Uscanga Barradas. *El Derecho y sus Razones: Aportaciones de Jóvenes Investigadores*. 1ª Ed. **Actas del I Coloquio Internacional de Investigadores en Derecho**. Universidad de León (España), novembro/2013, p. 237-241. Madrid: Budok Publishing, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5302530> Acesso em: 04/02/2024.

OLIVEIRA, Fabiano Melo Gonçalves de. **DIREITO AMBIENTAL**. 2ª. Ed. São Paulo: Método, 2017.

ONU. Organização das Nações Unidas (ONU). **I CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, 16 de maio de 1972**. Estocolmo, Suécia, 1972a. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>
Acesso em: 05/03/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. *United Nations Environment Programme (UNEP)*. Nairóbi, Quênia: ONU, 1972b. Disponível em: <https://www.unep.org/> Acesso em: 05/03/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD). Nosso Futuro Comum**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf Acesso em: 03/03/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas**. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Rio de Janeiro: ONU, 1992a. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html> Acesso em: 04/02/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **II CNUMAD -Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92, ou Cúpula da Terra), em 3 e 14 de junho de 1992**. Conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra. Rio de Janeiro: Brasil, 1992b. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/arquivo/sites-tematicos/rio20/eco-92> Acesso em: 05/03/2024.

_____. **Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro)**. De acordo com a Resolução N° 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22 de dezembro de 1989, que estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/528199/mod_resource/content/0/Agenda%2021.pdf Acesso em: 22/02/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. [Tradução] Protocolo de Kyoto. Kyoto: Japão/ONU, 1997. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> Acesso em: 22/02/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **Declaração do Milênio. Cimeira do Milênio**. *Nova York*, de 6 a 8 de setembro de 2000. Versão Português. *United Nations Millennium Declaration DPI/2163*. *Lisbon: Published by United Nations Information Centre*, 2001. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/declaracao-do-milenio> Acesso em: 05/03/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **ONU - Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável Rio+10 (2002: Johannesburgo, África do Sul)**. Instituto Socioambiental (ISA). Brasília: Editora MMA, 2002. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/cupula-mundial-sobre-desenvolvimento-sustentavel-declaracao-de-joanesburgo-e> Acesso em: 03/03/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **CNUDS - Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO + 20)**. Comitê Facilitador da Sociedade Civil Catarinense RIO+20. *RIO+20 United Nations Conference on Sustainable Development*. Versão em Português e Revisão pela Tradutora Juramentada em Francês Júlia Crochemore Rastrepo, 2021. Disponível em: <https://riomais20sc.ufsc.br/files/2012/07/CNUDS-versão-português-COMITÊ-Pronto1.pdf> Acesso em: 03/03/2024.

ONU BRASIL. Nações Unidas Brasil. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Casa ONU Brasil, 2015. Disponível em:

<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 08/03/2024.

PEREIRA, Maurício Fernandes; CUNHA, Myriam Siqueira da. Qualidade Ambiental e Inovação Tecnológica. **Revista de Ciências da Administração**, p. 61-75, Janeiro/1998. ISSN 2175-8077. Florianópolis, 1998. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/7987>. Acesso em: 22/03/2024.

RABÊLO, Olivan da Silva. **EcoInovação: Principais Condutores e Performance das Empresas Industriais Brasileiras**. 2015. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 27 nov. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17381>. Acesso em: 22/03/2024.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). **O Que Sustentabilidade tem a ver com Inovação**. Sebrae Nacional, 2017. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sustentabilidade-tem-a-ver-com-novacao,5185fc3e6d08e510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 22/03/2024.

SYNERGIA. Synergia Socioambiental. Consultoria Socioambiental. **História das COPs. Publicado em 28/11/2023**. Disponível em: <https://www.synergiaconsultoria.com.br/fique-por-dentro/infografico-historia-das-cops/> Acesso em: 05/03/2024.

VAZ, Caroline Rodrigues; MALDONADO, Mauricio Uriona; LEZANA, Álvaro Guillermo Rojas. **Mapeamento Sistemico da Literatura Cientifica de Eco-Inovação**. Disponível em: www.admpg.com.br/2017/down.php?id=2592&q=1. Acesso em: 04/02/2024.


Capítulo 03

**A SEMENTE DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL:
É FUNDAMENTAL FALAR SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Gicele Santos da Silva

Resumo: O presente trabalho tem por finalidade compreender e discutir sobre a importância da transversalidade na Educação Básica, em relação a Educação Ambiental. A transversalidade apresenta-se quando diferentes disciplinas relacionam seus conteúdos para aprofundar o conhecimento e levar dinâmica ao ensino. A relação entre os conteúdos disciplinares é a base para um ensino mais interessante, onde uma disciplina auxilia a outra. A metodologia desenvolvida foi a partir da prática de projetos temáticos, que proporcionaram uma compreensão da multiplicidade de aspectos que compõem a realidade, uma vez que permite a articulação de contribuições de diversos campos de conhecimento. Tendo como método uma pesquisa exploratória e descritiva através de um levantamento bibliográfico de autores e publicações que dão ênfase à temática. O objetivo geral do Estudo está focado na Educação Ambiental e a importância deste debate na Escola de Educação Básica. Como objetivos específicos: Conceituar a Educação Ambiental e as características da Educação Ambiental Escolar; Analisar a Educação Ambiental no contexto escolar e expor algumas reflexões na atual conjuntura da Educação Básica; Identificar as práticas de uma Educação Ambiental na Educação Básica e refletir sobre a teoria. Dando base para responder à questão objeto do estudo: Qual o papel da Escola e dos Professores, no desenvolvimento de uma conscientização ambiental, com a prática de uma Educação Ambiental na Educação Básica? A criação do pensamento crítico e de atitudes ambientalmente corretas deve ser incentivada desde a infância, no âmbito familiar e seguido pelas atividades desenvolvidas no ambiente escolar. Por isso temos a importância da escola nesse processo de formação tanto social quanto ambiental dos alunos.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Educação Básica. Escola. Natureza. Saúde.

Gicele Santos da Silva () Docente do Ensino Superior e Pesquisadora. Mestranda PPGEDU/UFRGS.
professoragicesantos@gmail.com

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade apresentar alguns conceitos de Educação Ambiental e a relação com a Educação Básica. Para gerar uma qualidade de vida sustentável, se faz necessário um repensar sobre o Meio Ambiente; das ações do homem e do seu habitat. Tendo por base este contexto, faz necessário iniciar a formação de cidadãos conscientes e sensibilizados, com a preservação do Meio Ambiente, desde a Educação Infantil, onde o principal objetivo é sensibilizar o aluno sobre a importância que o Meio Ambiente tem para a sua vida. Através do contato com o Meio Ambiente, associando a teoria e a prática é que se assimila o conteúdo de forma ampla e contínua, além de discutir e compreender a importância no desenvolvimento de um conhecimento sobre a temática da Educação Ambiental, junto as crianças na Educação Básica.

Uma etapa educativa fundamental no processo de aprendizagem e desenvolvimento de valores, a Educação Básica visa, além do conhecimento, o surgimento de necessidades formativas, para o indivíduo. Com a prática de uma cultura ambiental, através de uma formação ambiental, onde as crianças possam contribuir, de forma consciente, na conservação e preservação do Meio Ambiente, possibilitando a busca por uma geração comprometida com uma melhor qualidade de vida em nosso Planeta. Ao sugerir e apresentar novos hábitos e atitudes ambientais, na Educação Básica, possibilita-se a transformação do presente e do futuro, criando um referencial investigativo, consciente e a habilidade de encontrar soluções para esta importantíssima e atual temática.

O objetivo geral do Estudo está focado na Educação Ambiental e a importância desse debate na Escola de Educação Básica, além de um convite para a reflexão a respeito dos temas de conscientização e sensibilização ambiental. Como objetivos específicos: conceituar a Educação Ambiental e as características da Educação Ambiental Escolar; analisar a Educação Ambiental no contexto escolar e expor algumas reflexões na atual conjuntura da Educação Básica; identificar as práticas de uma Educação Ambiental na Educação Básica e refletir sobre a teoria. Dando base para responder à questão objeto do estudo: Qual o papel da Escola e dos Professores, no desenvolvimento de uma conscientização e sensibilização ambiental, com a prática de uma Educação Ambiental na Educação Básica?

O presente trabalho visa abordar a importância da Educação Ambiental nas práticas no âmbito escolar, trabalhada de forma interdisciplinar, fortificando o desenvolvimento pedagógico e cooperando com o processo de aprendizagem dos alunos.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Conscientização e a Sensibilização ambiental na Educação Básica

A espécie humana, em seu próspero desenvolvimento, revolucionou o seu modo de vida com novas descobertas e tecnologias, grandes revoluções apenas possíveis em virtude de seu empenho, de sua crescente sabedoria, organização e, mais que tudo isso, de sua integração e relação com o meio ambiente. Com a preservação do equilíbrio dinâmico da natureza, o ser humano foi capaz de crescer e explorar o Planeta. Contudo, como expõem Guimarães (1995) e Pino (2008), ao longo de suas conquistas, o homem foi perdendo a noção de sua integração com o Meio Ambiente, adquirindo uma consciência mais individualista e adotando maneiras de um desenvolvimento, um tanto insustentáveis, relacionadas ao esgotamento de recursos ambientais, à poluição e ao contínuo processo de degradação ambiental (Brasil, 1995).

Sob o ponto de vista de Sato (2001), para que se inicie um processo de mudanças visando ao fim dessa degradação ambiental, são necessárias inovações, tanto na forma de pensar do homem, quanto na sua forma de entender e vivenciar um mundo natural.

Na concepção de Dias (1994) e de Santos (2005), é necessária a criação de um novo modelo de desenvolvimento, ou até mesmo a reformulação do já existente, que integre a economia, a sociedade e o meio ambiente, resultando em melhores relações do homem com o ambiente, e conseqüentemente na melhoria de sua qualidade de vida. A transformação da sociedade atual, segundo Pelicione (1998, p.29), em uma sociedade sustentável depende de uma educação que busque a formação para a cidadania e resulte em uma igualdade de riquezas e em boas condições de vida para todas as gerações.

Considerando que a Degradação Ambiental é hoje uma das maiores preocupações dos governos e sociedade, faz-se necessário desenvolver ações de caráter educativo, para o desenvolvimento sustentável, garantindo condições de vida adequadas para as futuras gerações.

A Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (Brasil, 1999), estabelece como competência do poder público: “[...] promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino [...]”. A nova Proposta Pedagógica deu evidência necessária às questões Ambientais, contemplando as realidades locais, sugerindo a Educação Ambiental nos currículos escolares.

A Educação Ambiental (EA) sustenta uma recente discussão sobre as questões ambientais e transformações de conhecimentos, valores e atitudes que devem ser seguidos diante da nova realidade a ser construída, constituindo uma importante dimensão que necessita ser incluída no processo educacional. A Educação Ambiental é recente e está em constante crescimento, desenvolvendo-se com as práticas cotidianas dos educadores. Ela tem a importante função de atingir toda a população, inclusive as novas gerações, formando cidadãos que possam responder pelo processo de mudanças do atual estado ambiental da Terra. Segundo Guimarães (1995), como a Educação Tradicional não prepara os indivíduos para a complexa realidade global, a Educação Ambiental torna-se uma necessidade, um processo contínuo e permanente que deve abranger todos os níveis escolares e etapas da educação formal e informal.

A Educação Ambiental é um processo de Educação que segue uma nova filosofia de vida, uma nova cultura comportamental, que busca um compromisso do homem com o presente e com o futuro do Meio Ambiente. A sua aplicação torna o Processo Educativo mais orientado para a formação da cidadania.

Na concepção de Ab’Saber (1994), a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, como também pode ser chamada, deve considerar as realidades regionais e respeitar as diversidades culturais das populações. Ela deve se constituir basicamente em um Ensino Interdisciplinar, que, com o tempo, evoluir para a Transdisciplinaridade de todas as disciplinas/matérias do conhecimento, possibilitando com isso um processo de aprendizagem formador de cidadãos capacitados a viver sustentavelmente.

Como expõem Sato (2001), não basta formular ideias para a construção de um novo ideário comportamental humano, é necessário também um estudo aplicativo dessas ideias para que se concretize uma real solução dos problemas ambientais. A sociedade não necessita apenas de consciência, ela precisa também de práticas que ajudem a solucionar os diversos problemas do mundo.

Os diferentes autores sociais e os diferentes países não têm os mesmos interesses nem a mesma ideia do que seja desenvolvimento sustentável. Hoje há um consenso sobre o que vem se tornando insustentável. Educação Ambiental deve ser compreendida como prática do campo educacional e social, processo que procura construir na sociedade a

preocupação pelos problemas ambientais, levando informações e auxiliando no despertar de uma consciência crítica.

Na concepção de Loureiro (2009): “[...] a Educação Ambiental é o meio estratégico na formação da ampla consciência crítica das relações sociais e de produção que situam a inserção humana na natureza [...]”.

Sob o ponto de vista de Sato (2004): “[...] o aprendizado ambiental é um componente vital, pois oferece motivos que levam os alunos a se reconhecerem como parte integrante do meio em que vivem e faz pensar nas alternativas para soluções dos problemas ambientais e ajudar a manter os recursos para as futuras gerações”.

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ONU, 1992a; 1992b), realizado no Rio de Janeiro em 1992, recomendou-se que a Educação Ambiental deveria reorientar a Educação para o Desenvolvimento Sustentável de forma a compatibilizar objetivos sociais de acesso às necessidades básicas, com objetivos ambientais de preservação da vitalidade e diversidade do Planeta, garantindo como direito aos cidadãos um Ambiente Ecologicamente Saudável e com objetivos econômicos.

De acordo com Morin (2007):

[...] este ponto é importante porque existe, neste momento, um destino comum para todos os seres humanos. O crescimento da ameaça letal se expande em vez de diminuir: a ameaça nuclear, ecológica, a degradação da vida planetária. Ainda que haja uma tomada de consciência de todos esses problemas, ela é tímida e não conduziu ainda a nenhuma decisão efetiva. Por isso, faz-se urgente a construção de uma consciência planetária (Morin, 2007).

A Questão Ambiental motiva uma postura participativa no âmbito da escola para a formação de uma nova sociedade, a longo prazo, assumindo uma postura crítica diante da realidade. Na concepção de Morin (2008, p.35): "Aprender a viver é o objeto da educação, e esse aprendizado precisa transformar informação em conhecimento, conhecimento em sabedoria (sabedoria e ciência) e incorporar essa sabedoria à vida”.

Sob o ponto de vista de Praia; Gil-Pérez; Vilches (2007), para se concretizar a participação ativa dos cidadãos, é necessário formá-los primeiramente. Para isso é que existe a educação. Para se formar cidadãos ativos, aptos a participar de ações de conservação e recuperação do meio ambiente, são requisitados mais que simples conhecimentos populares; são necessários conhecimentos e consciência técnico-científica ligados aos numerosos e complexos processos ambientais.

Uma alfabetização científica, como expõem Praia; Gil-Pérez; Vilches (2007, p.143), para que tenha como base a relação com a sociedade e o meio ambiente torna-se uma exigência para a população. Isso não significa transformar todos os cidadãos em cientistas, mas sim fornecer informações básicas, que permitam a compreensão, por parte dos cidadãos, das possíveis soluções e de suas melhores aplicações.

Na concepção de Malafaia e Rodrigues (2008), a importância do Ensino de Ciências é parcialmente demonstrada pela aprendizagem efetiva de conceitos e métodos científicos que auxiliam os futuros cidadãos a enfrentarem as diversas situações de seu dia a dia.

METODOLOGIA

O Estudo desenvolvido apresenta-se como um estado da arte sobre a “A Educação Ambiental e sua importância na Educação Básica Brasileira”. Para o desenvolvimento do problema de pesquisa, utilizou-se um processo metodológico contemplando a realização

de uma pesquisa exploratória, pois abrange uma área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado (Vergara, 2009); e descritiva, por apresentar uma revisão estruturada da coleta de dados na literatura (Gil, 2017), e escrever as características das publicações do portfólio bibliográfico encontrado, partindo do preconizado pela revisão bibliográfica, objetivando o nivelamento dos conhecimentos. Com esse nivelamento, é possível a extração de uma visão crítica, dos aspectos norteadores, com o intuito de promover um maior conhecimento na área de estudo, através de bibliografias de autores que dão ênfase à questão e nas suas contribuições.

As buscas bibliográficas foram realizadas no período entre fevereiro e maio de 2024. A natureza quanto à abordagem da pesquisa fora destacada pelo levantamento bibliográfico em livros e artigos de autores voltados para a Educação Empreendedora no Ensino Básico (Infantil, Fundamental e Médio), além de publicações em periódicos e diretórios acadêmicos, coletados na base *Web of Science*, do *Institute for Scientific Information* (ISI), disponível no portal da CAPES, escolhida por ser multidisciplinar, indexar somente os periódicos mais citados em cada área, e atender às Ciências Sociais e Exatas (Johan *et al.*, 2018; Vieira *et al.*, 2017); *Scielo* - Biblioteca Eletrônica Científica Online e *Google Scholar* - Plataforma de Pesquisa Online.

Dando base para responder à questão objeto do estudo: Qual o papel da Escola e dos Professores, no desenvolvimento de uma conscientização e sensibilização ambiental, com a prática de uma Educação Ambiental na Educação Básica?

Os descritores foram escolhidos de forma a representar plenamente a temática abordada e desenvolvida no estudo. Concluindo a leitura dos materiais pesquisados, e relacionando-os com o objetivo de pesquisa, realizou-se a explanação do assunto.

Segundo Gil (2017):

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas (Gil, 2017, p.44).

Para Triviños (1987, p. 110): “[...] o estudo descritivo pretende descrever com exatidão dos fatos e fenômenos de determinada realidade”, de modo que o estudo descritivo é utilizado quando a intenção do pesquisador é conhecer determinada comunidade, suas características, valores e problemas relacionados à cultura.

Como expõem Moran *et al.* (2010, p. 69), que deixa claro, como a análise bibliométrica é importante para o: “[...] avanço do conhecimento” sobre o tema pesquisado, “o que o torna um importante aliado no desenvolvimento de novas ideias, conceitos e perspectivas de abordagens [...]”.

Concluindo a leitura dos materiais pesquisados, e relacionando-os com o objetivo de pesquisa, realizou-se a explanação do assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estudo objetiva discutir e compreender a importância no desenvolvimento de um conhecimento e de uma consciência e de uma sensibilização sobre a importante temática da Educação Ambiental, junto as crianças na Educação Básica.

A Educação Ambiental está relacionada à incorporação de novos valores e atitudes, para sensibilizar indivíduos acerca dos problemas sociais e naturais para desempenhar criticamente seu papel de cidadão. Propõe a formação de sujeitos capazes

de compreender e agir no mundo, construindo novas posturas e atitudes, protegendo e cuidando do meio ambiente em que vivem. A escola educa, por sua vez também é responsável pela sociedade, através de um processo pedagógico participativo, procura desempenhar na formação de cada aluno a construção de um conhecimento sobre os problemas ambientais atuais.

No ensino da Educação Ambiental, o aluno deverá entender a relação da ciência com o meio ambiente, e toda a problemática ambiental, os professores precisam perceber e intervir no processo educativo, buscando soluções e ações em defesa do meio ambiente, mostrando que algo pode ser feito para mudar a situação ambiental e social. A escola tem a função de levar ao aluno conhecimentos para toda a sua vida.

Na concepção de Reigota (2012):

[...] a tendência da Educação Ambiental é tornar-se não só uma prática educativa, ou uma disciplina a mais no currículo, mas sim consolidar-se como uma filosofia de educação, presente em todas as disciplinas existentes e possibilitar uma concepção mais ampla do papel da escola no contexto local e planetário contemporâneo (Reigota, 2012).

Uma etapa educativa fundamental no processo de aprendizagem e desenvolvimento de valores, a Educação Básica visa, além do conhecimento, o surgimento de necessidades formativas, para o indivíduo. Com a prática de uma educação ambiental, através de uma formação ambiental, onde as crianças possam contribuir com conhecimento, na conservação e na preservação do Meio Ambiente, possibilitando a busca por uma geração comprometida com uma melhor qualidade de vida em nosso Planeta. Ao sugerir e apresentar novos hábitos e atitudes ambientais, na Educação Básica, possibilita-se a transformação do presente e do futuro, criando um referencial investigativo, consciente, sensibilizado a habilidade de encontrar soluções para esta importantíssima e atual temática.

De acordo com Buss (2001), as fases da infância e da adolescência possuem grande potencial de aprendizado, de internalização de hábitos, visto que são períodos cruciais de desenvolvimento do caráter, da personalidade e de definição de estilo de vida e de comportamento.

Ao analisar os termos "sensibilização" e "conscientização", em conteúdos e materiais relacionados ao meio ambiente e a educação ambiental, é necessária a perfeita compreensão do sentido dessas palavras, na educação ambiental. Lê-se que: "A Educação Ambiental tem como objetivo conscientizar as pessoas para os problemas ambientais". Questiona-se se é possível conscientizar outras pessoas. A consciência pressupõe uma ação e tem pouca utilidade quando não é transformada no "agir".

A conscientização ambiental é a transformação, a criação de senso crítico, o esforço para melhorar a qualidade ambiental, a busca por redução de impactos ambientais.

Quanto ao termo "sensibilização", em educação ambiental, refere-se em sensibilizar as pessoas para as questões ambientais. Sensibilizar é comover, tornar sensível, é a disseminação do conhecimento buscando informar e esclarecer sobre os problemas ambientais, suas possíveis soluções e com isso torná-las participativas, exercendo uma cidadania plena. A sensibilização é uma ferramenta para a mudança de comportamento, o despertar para os problemas socioambientais.

Sendo assim, a educação ambiental não conscientiza, visto que a conscientização é intrínseca de cada um. A educação ambiental sensibiliza. Em resumo podemos definir como: sensibilizar = comover; conscientizar = agir individualmente.

Tecendo o Conceito de Sensibilização Ambiental

Um dos princípios gerais básicos da Educação Ambiental citados por Sato (1995) é a sensibilização ambiental. De acordo com o autor, a sensibilização é o processo de alerta, é o primeiro passo para alcançar o pensamento sistêmico sobre a dimensão ambiental e educativa, sendo a etapa inicial do processo de educação ambiental.

Na concepção de Oliveira (2017):

A sensibilização ambiental é uma ferramenta fundamental para a mudança comportamental relativamente ao meio ambiente. Sensibilizar é procurar atingir uma predisposição da população para uma mudança de atitude. Mudar atitudes requer educação, apresentando os meios da mudança que conduzam à melhor atitude, ao comportamento adequado perante o ambiente (Oliveira, 2017, p. 1).

Como expõem Moura (2004, p. 41) a sensibilização pode ser entendida enquanto um: “[...] processo educativo de tornar sensível, possibilitando uma vivência que pode construir conhecimentos não só pela racionalidade, mas também a partir de sensações, intuição e sentimentos”.

Já o Ministério do Turismo destaca que a sensibilização é o processo que proporciona o despertar no ser humano para mudanças comportamentais em relação ao meio em que está inserido (Brasil, 2007). No dicionário Aurélio, encontramos o significado da palavra sensibilizar como sendo: “[...] ato ou efeito de sensibilizar (-se), de tornar (-se) sensível ou fazer com que fique sensível e emocionar-se com algo ou alguém”.

Na concepção de Moura (2004, p. 60), a partir desses conceitos, compreendemos que a sensibilização ambiental pode ser definida como sendo o primeiro passo para alcançar o pensamento sistêmico sobre as questões ambientais, sendo um processo que envolve aspectos emocionais e afetivos, oriundos da sensibilidade humana, bem como aspectos cognitivos como: “[...] mudanças de hábitos, valores, comportamentos e atitudes em relação ao meio ambiente, vindos do processo educativo”.

Nesse enfoque, é importante salientar que a sensibilização ambiental é desenvolvida na Educação Infantil como um dos princípios básicos da Educação Ambiental, visando despertar na criança os primeiros passos para o desenvolvimento do pensamento sistêmico, oportunizando mudanças de atitudes em relação aos problemas ambientais, possibilitando que o ser humano mude seus hábitos para preservar os recursos naturais do planeta, uma vez que nossa sobrevivência e das futuras gerações depende do cuidado que temos com a nossa casa, o “Planeta Terra”.

Assim, entendemos que o processo de sensibilização visa despertar no ser humano um pensamento sistêmico, no qual o indivíduo se preocupe com o todo e não apenas com partes isoladas. Nesse aspecto, a sensibilização ambiental vem então aflorar novos sentidos em relação ao ambiente, possibilitando a construção de pensamentos e reflexões sobre as problemáticas socioambientais.

A Escola como Espaço Transformador

A importância da Escola como um espaço oportuno para estimular atitudes transformadoras que permitam aos alunos atuarem como cidadãos com crescente responsabilidade e controle através de situações que proporcionem melhoria permanente nas condições de saúde, é ressaltada por Bydlowski, Westphal e Pereira (2004).

A partir da análise documental das normativas: DCNGEB - Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (Brasil, 2010); BNCC - Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018); Diretrizes Curriculares Nacionais Para Educação Ambiental (Brasil, 2012); UNESCO - Educação para a Cidadania Global:

Preparando Alunos Para os Desafios do Século XXI (UNESCO, 2015); pretende-se compreender e esclarecer a concepção de Educação Ambiental na primeira etapa da Educação Básica.

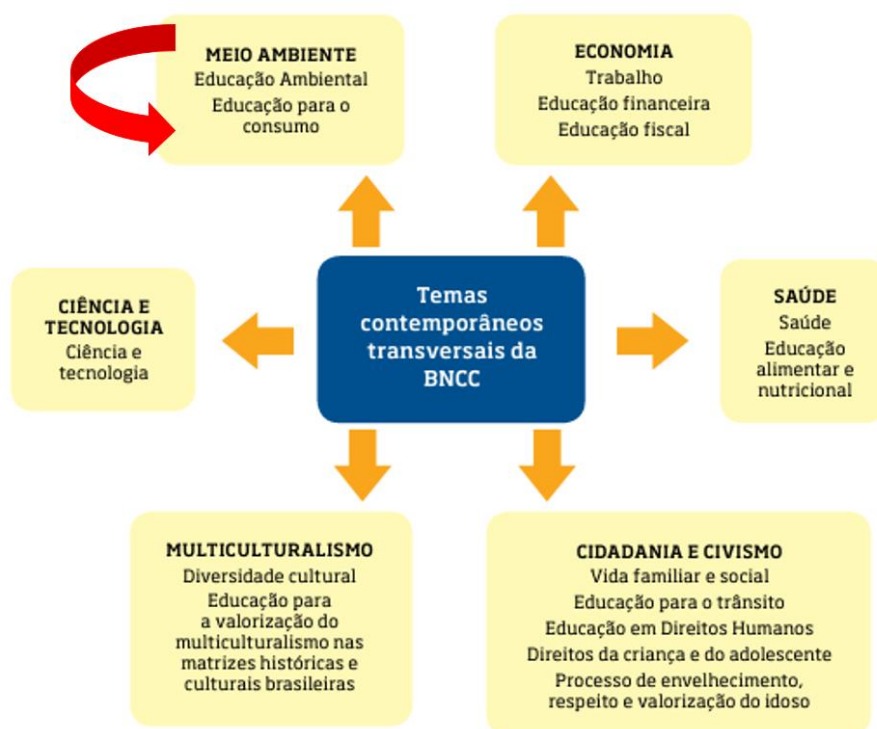
De acordo com as DCNGEB (Brasil, 2010), através dos seus Eixos Norteadores interações e brincadeiras, as Escolas devem propiciar às crianças experiências que:

Incentivem a curiosidade, a exploração, o encantamento, o questionamento, a indagação e o conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza; Promovam a interação, o cuidado, a preservação e o conhecimento da biodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra, assim como o não desperdício dos recursos naturais (Brasil, 2010, p. 26).

Em consonância, Grzebieluka, Kubiak e Schiller (2014, p. 3882) afirmam que: “A implantação da Educação Ambiental na Educação Básica, adquire um importante papel no processo em ensino- aprendizagem dos alunos; sendo de suma importância os professores realizarem projetos que enfatizem o cuidado com o ambiente; seja esse ambiente natural ou artificial”.

Ao buscar pelo termo Educação Ambiental na BNCC - Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), conforme detalhado na Figura 1, a proposta é que cabe as instituições de ensino, de acordo com suas especificidades locais incluir aos projetos políticos pedagógicos e seus respectivos currículos, temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.

Figura 1 – Temas Contemporâneos Transversais na BNCC



Fonte: Base Nacional Comum Curricular (2018).

Entre esses temas, destaca-se a Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (Brasil, 1999), que dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. A temática Ambiental na Educação Básica é de grande relevância devido à sua potencialidade nos impactos sociais, ambientais e no seu

papel transformador. Foi possível identificar, nos documentos, pontos em comum e grandes avanços desde a implementação da Lei Nº 9.795/1999, em seu Capítulo II, Seção I, no Artigo 6º (Brasil, 1999), que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental no Brasil, em todos os Níveis e Modalidades do Processo Educativo Brasileiro.

Educação Ambiental é uma prática contínua a ser desenvolvida, pois uma das funções mais importantes da escola é influenciar e transformar a comunidade em que está inserida. Provocar ações e reflexões por tratar das questões do nosso cotidiano e temas que permitem a articulação do trabalho pedagógico envolvendo a todos, desenvolvendo a consciência de que a mudança é um processo lento e gradativo, no entanto a paciência pedagógica e a perseverança auxiliam as transformações que almejamos enquanto educadores. As mudanças globais só serão possíveis se os profissionais envolvidos no processo educacional junto com representantes da sociedade incentivarem em cada indivíduo a formação que envolva valores, ética, cidadania, pluralidade cultural, a consciência de evitar o consumo desnecessário, o desperdício e outros valores importantes para a promoção da mudança de postura e pensamento.

O trabalho pedagógico deve centrar no desenvolvimento de atitudes, a seleção dos conteúdos deve ajudar a contribuir para a atuação na problemática ambiental. A ação direta do professor em sala de aula é uma das formas de levar a Educação Ambiental à comunidade, onde o educador é elemento fundamental no processo de conscientização da sociedade nos problemas ambientais, processo educacional com a visão das necessidades do homem e da natureza, juntos, no objetivo da manutenção da qualidade de vida. Com problemas ambientais existentes em quase todas as regiões do país, torna-se importante desenvolver programas educacionais na tentativa de reverter ou minimizar os danos causados pelo homem.

A Educação Ambiental é o instrumento mais eficaz para se conseguir criar e aplicar formas sustentáveis de interação sociedade-natureza, este é, sem dúvida, o caminho para que cada indivíduo tenha uma consciência e mude seus hábitos e pratique atitudes que levem a melhoria do ambiente, promovendo a redução e a pressão sobre os recursos ambientais, em busca de um Planeta sustentável para as futuras gerações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estudo buscou enfatizar que, toda educação é de grande importância para o desenvolvimento do ser humano, para o seu processo de humanização, concretizando assim, em uma etapa da transformação do âmbito social: A Educação Básica. A Educação e a sociedade estão aliadas, pois as duas evoluem de maneira igual e gradual. Neste sentido, a Educação Ambiental, conceitua-se da abrangência do conhecimento sobre o Ambiente, tendo por finalidade a sua preservação e a utilização de seus recursos de maneira sustentável.

A Educação, começa em casa e tem o seu aprimoramento na Escola, onde se associa a teoria e prática, fazendo-se necessário a continuação dos contextos Ambientais. Cabe, ao Professor ter a ciência da importância de se trabalhar com os conteúdos da Educação Ambiental.

É dever da Escola proporcionar aos alunos Práticas de Preservação Ambiental, levando em consideração o Ambiente em que o educando está inserido. Para que isso aconteça, é necessário a introdução da Educação Ambiental, bem como, de suas práticas, seus objetivos e suas potencialidades, desde os anos iniciais do Educação Básica, pois é nesta faixa etária que estamos formando o caráter do cidadão, seja no âmbito Social ou Ambiental. Deve-se ter consciência de que Comportamentos Ambientais corretos devem

ser assimilados desde cedo pelas crianças e devem fazer parte do seu dia a dia, seja em casa ou no Ambiente Escolar.

As Questões Ambientais estão presentes no cotidiano das pessoas. Os alunos da Educação Básica aprendem muito através de exemplos, cabendo ao Professor a responsabilidade de levar os seus alunos a refletirem sobre suas ações e as consequências que as mesmas vão gerar no futuro. Muitas vezes, na Educação Infantil, não é enfatizado a Educação Ambiental na sala de aula, seja por falta de informação, incentivo e Formação dos Professores; havendo, assim, dificuldades em se trabalhar, com um tema tão importante e muito abrangente.

Desta forma, surge a necessidade de se elaborar Projetos onde a Educação Ambiental seja trabalhada de maneira dinâmica e criativa, não deixando que os Professores fiquem restritos apenas à uma metodologia de ensino; pois cada aluno possui uma forma específica de aprendizagem. O Professor deve criar situações que desafiem o aluno intelectualmente, diante dos fatos ocorridos no dia a dia, da realidade da sociedade em que vive, ampliando as possibilidades e compreendendo as diferentes relações entre o Homem e o Meio Ambiente, tornando assim, a Educação com caráter formal e social. Para que a Educação Ambiental esteja presente na Educação Básica é necessário que todos os seguimentos da sociedade: Pais, Professores, Alunos e Comunidade em Geral, se envolvam e participem em prol de um objetivo comum.

Diante do que foi exposto, espera-se que a pesquisa possa contribuir com estudos futuros que visem a abordagem sobre atividades práticas de sensibilização ambiental na Educação Básica.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **(Re)Conceituando Educação Ambiental**. In: Magalhães, Luiz Edmundo. *A Questão Ambiental* 1ª. Ed. São Paulo: Terra Graph, 1994.

BUSS, David M. *Human Nature and Culture: An Evolutionary Psychological Perspective*. (Tradução) *Natureza e Cultura Humanas: Uma Perspectiva Psicológica Evolutiva*. *Journal of Personality*, Vol. 69, Ed 6, p. 955-978, dezembro/2001. *Connecticut*: Faculdade de Medicina da Universidade de *Connecticut*, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14676494/homepage/contact.html> Acesso em: 08/03/2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável. Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável** (1995: Washington). Brasília: Ministério da Saúde. 1995. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Planonac.pdf> Acesso em: 18/03/2024.

_____. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Presidência da República do Brasil, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm Acesso em: 18/03/2024.

_____. Ministério da Educação. **Resolução Nº 2, de 15 de junho de 2012 - Diretrizes Curriculares Nacionais Para Educação Ambiental**. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2012. Disponível em:

http://www.lex.com.br/legis_23451844_RESOLUCAO_N_2_DE_15_DE_JUNHO_DE_2012.aspx Acesso em: 18/03/2024.

_____. Ministério da Educação. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. A Base Nacional Comum Curricular.** Documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Brasília: DF/MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf Acesso em: 10/04/2024.

_____. Ministério da Educação. **Parecer N° 07, de 07 de abril de 2020. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Publicado no Diário Oficial da União (D.O.U.) em 09/07/2010, Seção 1, p.10. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 18/03/2024.

BYDLOWSKI, Cynthia Rachid; *WESTPHAL*, Marcia Faria; *PEREIRA*, Isabel Maria Teixeira Bicudo. Promoção da Saúde. Porque Sim e Porque Ainda Não! **Revista Saúde e Sociedade** 13 (1). Abril/2004. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo: Associação Paulista de Saúde Pública, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/qpMcjJt8mcR5N94b5KMpbfc/abstract/?lang=pt> Acesso em: 22/04/2024.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** 4ª. Ed. São Paulo: Gaia, 1994. Disponível em: <https://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/1715> Acesso em: 10/05/2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** (1ª. Edição em 1946). 6ª. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017. Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:dc743ff4-14f8-4727-ac2f-57794f5a28f9> Acesso em: 10/03/2024.

GRZEBIELUKA, Douglas; KUBIAK, Izete; SCHILLER, Adriane Monteiro. Educação Ambiental: A Importância deste Debate na Educação Infantil. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, dez. 2014, p.3881-3906. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria –RS, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14958/pdf> Acesso em: 02/05/2024.

GUIMARÃES, Mauro. **A Dimensão Ambiental na Educação.** Campinas: Papyrus, 1995.

LOUREIRO, Carlos. Frederico Bernardo. **Trajatória e Fundamentos da Educação Ambiental.** 3ª. Ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

MALAFAIA, Guilherme; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. Uma Reflexão Sobre o Ensino de Ciências no Nível Fundamental da Educação. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 2, p. 1-9, jun. 2008. Campinas: tece/FE/UNICAMP, GPEAG/IG/UNICAMP. Florianópolis: DICITE/UFSC, 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/414182772/Artigo-Uma-Reflexao-Sobre-o-Ensino-de-Ciencias-No-Nivel-Fundamental-Da-Educacao> Acesso em: 20/04/2024.

MORAM, M. R.; SOUZA, F. F. A.; BOAVENTURA, J. M. G.; MARINHO, B. L.; FISCHMANN, A. A. Alianças Estratégicas: Uma Análise Bibliométrica da Produção Científica entre 1989 e 2008. **Revista de Ciências da Administração**, 12(27), 42-62, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2010v12n27p63> Acesso em: 02/05/2024.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 11ª. Ed. São Paulo: Editora Cortez; Brasília: UNESCO, 2007.

_____. *Planetarización y Crisis de la Humanidad. Educación*. n.º. 152, p. 34-38, jan. 2008. DF: México, 2008. Disponível em: <http://www.multiversidadreal.org/noticias68.asp> Acesso em: 02/05/2024.

MOURA, A. C. O. S. **Sensibilização: diferentes olhares na busca de significados**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, 2004.

OLIVEIRA, Fabiano Melo Gonçalves de. **DIREITO AMBIENTAL**. 2ª. Ed. São Paulo: Método, 2017.

ONU. Organização das Nações Unidas (ONU). **UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas**. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Rio de Janeiro: ONU, 1992a. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html> Acesso em: 04/02/2024.

_____. Organização das Nações Unidas (ONU). **II CNUMAD -Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92, ou Cúpula da Terra), em 3 e 14 de junho de 1992**. Conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra. Rio de Janeiro: Brasil, 1992b. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/arquivo/sites-tematicos/rio20/eco-92> Acesso em: 05/03/2024.

PELICIONI, Maria Cecília Focesi. Educação Ambiental, Qualidade de Vida e Sustentabilidade. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, nov. 1998. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/szsPnKWNPM3ZZvjpFBZRLDj/abstract/?lang=pt> Acesso em: 22/04/2024.

PINO, Ivany Rodrigues (Coord.). 30 Anos de Educação & Sociedade. **Revista Educação & Sociedade**, v. 29, n. 104, p. 641-644, out. 2008. Campinas: CEDES, 2008.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. **Revista Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, set. 2007. Bauru: UNESP, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/t9dsTwTyrrbz5qC3y5gCVGb/abstract/?lang=pt> Acesso em: 12/04/2024.

REIGOTA, Marcos. **O que é Educação Ambiental**. 2ª. Ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2012. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/lil-711538> Acesso em: 22/03/2024.

SANTOS, Maria Eduarda V. M. *Una Educación para el Desarrollo Sostenible. Linhas de Força de um Projecto Educativo que Insere a Construção da Cidadania na Construção do Saber Científico. In: Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, v.7, n 107, p. 1-4.set, Granada. *Anais...* Granada: UAB, 2005. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp1011infor.pdf Acesso em: 15/03/2024.

SATO, Michéle. Debatendo os Desafios da Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande: FURG - Universidade Federal do Rio Grande, v. 1, p. 14-33, 2001. Disponível em: <http://www.cpd1.ufmt.br/gpea/pub/DesafiosEA.pdf> Acesso em: 10/03/2024.

_____. **Educação Ambiental**. São Carlos: Rima, 2004.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:bbe0c770-58d1-41d1-b07a-3b450077031f> Acesso em: 10/03/2024.


UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação para a Cidadania Global: Preparando Alunos Para os Desafios do Século XXI**. il. Título Original: *Global Citizenship Education: Preparing Learners for the Challenges of the Twenty-First Century*. Incl. Bibl. ISBN: 978-85-7652-200-3. Brasília: UNESCO, 2015. Disponível em: https://www.mprj.mp.br/documents/20184/1330165/Educacao_para_a_cidadania_global_-_Unesco.pdf Acesso em: 27/03/2024.


GESTÃO URBANA E AMBIENTAL: SOLUÇÕES PARA BARRA DO BUGRES – MT

Caio Cesar Tomaz de Oliveira, André Luiz Tomaz de Oliveira

Resumo: A cidade de Barra do Bugres, localizada no estado de Mato Grosso, possui uma configuração urbana única, marcada por desafios relacionados à proteção ambiental e à moradia de interesse social. Durante a elaboração do Plano Diretor da cidade, esses problemas foram frequentemente negligenciados. O Plano Diretor tende a classificar zonas urbanas de forma inadequada, priorizando unilateralmente a mitigação ambiental em detrimento de outras necessidades urbanas. Esta pesquisa teve como objetivo analisar os sistemas urbanos de Barra do Bugres utilizando ferramentas de gestão baseadas em indicadores socioambientais da matriz FPEIR (Força, Pressão, Estado, Impacto e Resposta). Esta abordagem permite sintetizar dados técnicos complexos de forma mais acessível e compreensível. Para a realização da pesquisa, foram realizadas visitas in loco para coleta de dados, além de consultas à legislação pertinente, com o intuito de identificar as melhores soluções para a área estudada. Os resultados indicam que a região tem potencial para abrigar moradias populares, desde que sejam aplicados os instrumentos jurídicos previstos na Reurb-S (Regularização Fundiária Urbana de Interesse Social). A aplicação desses instrumentos é essencial para garantir o direito à moradia e a preservação do meio ambiente, promovendo um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável.

Palavras-chave: Reurb-S. Sustentabilidade. Plano Diretor. Meio Ambiente.

C. C. T. de Oliveira (). Faculdade de Arquitetura e Engenharia/Universidade do Estado de Mato Grosso. Barra do Bugres, MT, Brasil.
e-mail: caio.cesar@unemat.br.

A. L. T. de Oliveira (). Faculdade de Arquitetura e Engenharia/Universidade do Estado de Mato Grosso. Barra do Bugres, MT, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras tiveram sua origem e crescimento vinculados à informalidade dos assentamentos urbanos. Esse problema é amplamente causado pela ausência e/ou ineficácia das políticas públicas voltadas para a habitação e gestão do solo. Azevedo (1988) destaca que o Brasil passou por várias fases no desenvolvimento dessas políticas até a promulgação da Constituição Federal de 1988. Antes disso, na década de 1970, o país finalmente se consolidou como uma nação majoritariamente urbana.

Azevedo (1988) destaca que uma das circunstâncias que ajudaram no processo de urbanização foi a criação do Banco Nacional de Habitação (BNH) na década de 1960. O BNH foi instituído pela Lei nº 4.380/1964 com o objetivo de suprir as necessidades habitacionais da população, especialmente das classes de menor renda. O banco desempenhou um papel crucial na promoção da construção de habitações de interesse social e no financiamento da aquisição da casa própria. Além disso, o BNH administrava importantes fundos públicos, como o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), que foram fundamentais para o desenvolvimento urbano do país.

No entanto, a crise econômica que se instaurou no Brasil durante a década de 1980, conhecida como a “década perdida”, trouxe novos problemas urbanos. A hiperinflação, o aumento da dívida pública e a estagnação econômica resultaram em desemprego, violência e na expansão das favelas, que cada vez mais se incorporavam à paisagem das grandes cidades brasileiras. A crise econômica agravou a situação das políticas habitacionais, dificultando ainda mais a implementação de soluções eficazes para a moradia popular.

Durante esse período, a urbanização desordenada e a falta de infraestrutura adequada nas periferias urbanas se tornaram sinônimos de assentamentos informais. Essas áreas eram caracterizadas por construções irregulares, sem técnicas de edificação apropriadas e sem acesso a serviços urbanos básicos, recebendo famílias que não tinham acesso à moradia formal (Santos *et al.*, 2017).

A crise dos anos 1980 também expôs a fragilidade das políticas públicas de habitação e a necessidade de uma abordagem mais integrada e eficaz para enfrentar os desafios urbanos. A criação do Programa Minha Casa Minha Vida em 2009 foi uma tentativa de sanar o déficit habitacional acumulado ao longo das décadas, oferecendo moradias dignas para famílias de baixa renda e contribuindo para a redução da informalidade nos assentamentos urbanos.

Diversas ocupações ocorreram nas cidades brasileiras, especialmente nas periferias dos centros urbanos. Esse tipo de ocupação passou a se caracterizar como “sinônimo de um amontoado de casas construídas de forma irregular, sem técnicas de edificações e sem infraestrutura urbana básica e adequada, recebendo em caráter de emergência famílias sem acesso à moradia formal” (Santos *et al.*, 2017). Essas áreas, muitas vezes chamadas de favelas, surgiram como resposta à falta de políticas públicas eficazes para habitação e ao rápido crescimento urbano desordenado.

Com a promulgação da Constituição Federal em 1988, ficou incumbido ao setor municipal o pleno desenvolvimento urbano e a implementação de políticas públicas de moradia de interesse social. A Constituição de 1988 trouxe importantes avanços, como o reconhecimento do direito à moradia e a descentralização das políticas urbanas, dando

maior autonomia aos municípios para planejar e executar ações voltadas ao desenvolvimento urbano sustentável.

Paralelamente a esse cenário formal, a cidade informal também crescia. Houve um aumento considerável nas ocupações de terrenos em locais precários, como morros, encostas e terrenos alagadiços (Villaça, 2002). Essas áreas, além de serem inadequadas para a construção de moradias, apresentam riscos significativos para os moradores, como deslizamentos de terra e inundações.

A legislação urbana brasileira, como a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei Federal nº 6.766/1979) e o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), busca regularizar e melhorar essas áreas, promovendo a urbanização e a integração dessas comunidades ao tecido urbano formal. No entanto, a implementação dessas leis enfrenta desafios significativos, como a falta de recursos e a resistência de alguns setores da sociedade.

A criação de programas como o Minha Casa Minha Vida em 2009 também foi uma tentativa de enfrentar o déficit habitacional e melhorar as condições de moradia para as famílias de baixa renda. Esses programas visam oferecer habitações dignas e acessíveis, contribuindo para a redução da informalidade e a promoção de um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável.

Entre as novidades legislativas, destaca-se a implementação do direito à laje, além da criação das modalidades de regularização fundiária urbana: Reurb-S, voltada para regularizações de cunho social, e Reurb-E, onde a responsabilidade recai sobre os futuros beneficiários e os proprietários do local. Com essa nova legislação, o consórcio imobiliário, um instrumento jurídico presente no Estatuto da Cidade, torna-se opcional para o setor público, o que pode evitar altos custos no processo de anexação dessas áreas ao espólio público de lotes urbanizados.

Nesse contexto, a cidade de Barra do Bugres – MT se insere. Surgida a partir da extração vegetal da poaia e desenvolvida às margens dos rios Bugres e Paraguai, a cidade possui configurações particulares, especialmente com remanescentes de sesmarias. Essas características resultam em uma combinação de problemas relacionados à proteção ambiental e às moradias de interesse social, devido à expansão desordenada da cidade e à dificuldade de titularização de posses. Essas e outras questões foram pouco consideradas no processo de criação do Plano Diretor de Barra do Bugres, que estabelece critérios para a classificação e zoneamento do núcleo urbano. A área de estudo, por exemplo, é classificada como Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA).

O objetivo da pesquisa é analisar os sistemas urbanos utilizando ferramentas de gestão baseadas em indicadores. Essa abordagem visa facilitar a síntese de informações técnicas complexas, transformando-as em dados acessíveis e compreensíveis para uma ampla gama de públicos, incluindo gestores públicos, planejadores urbanos e a comunidade em geral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse sentido, o presente trabalho utiliza a Matriz FPEIR de indicadores socioambientais, conforme descrito no Guia para a Avaliação Ambiental Integrada das Áreas Urbanas da United Nations Environment Programme (UNEP, 2009). Esta matriz

orientará possíveis alterações na regulação do zoneamento urbano, permitindo que gestores públicos, investidores e a população em geral apliquem essas informações para criar planos de acompanhamento contínuo. Exemplos de tais planos incluem a recuperação de áreas degradadas, a restauração de bacias hidrográficas e a mitigação do desmatamento.

Para a aplicação da matriz, o trabalho propõe a escolha de um bairro em situação de precariedade na cidade de Barra do Bugres – MT. A pesquisa foi realizada por meio de visitas ao local de estudo para a coleta de dados geográficos e fotográficos. Além disso, foram levantados dados legais, incluindo a consulta à lei orgânica local, ao Plano Diretor e a guias sobre indicadores ambientais, para auxiliar na criação da matriz de indicadores socioambientais locais.

A Matriz FPEIR (Força, Pressão, Estado, Impacto e Resposta) é uma ferramenta analítica que permite uma avaliação abrangente das condições socioambientais de áreas urbanas. Ela ajuda a identificar as forças motrizes que causam pressões sobre o ambiente urbano, avaliar o estado atual dessas áreas, medir os impactos dessas pressões e propor respostas adequadas para mitigar os problemas identificados. A aplicação dessa matriz em Barra do Bugres visa fornecer uma base sólida para a tomada de decisões informadas e a implementação de políticas públicas eficazes.

A escolha do bairro em situação de precariedade foi baseada em critérios como a falta de infraestrutura básica, a presença de áreas degradadas e a vulnerabilidade socioambiental. A coleta de dados *in loco* incluiu a documentação das condições físicas e sociais do bairro, bem como a análise de mapas e fotografias para identificar áreas críticas que necessitam de intervenção.

Os dados legais levantados foram fundamentais para garantir que as soluções propostas estejam em conformidade com as normas e regulamentos vigentes. A consulta à lei orgânica local e ao Plano Diretor permitiu uma compreensão detalhada das diretrizes e restrições aplicáveis à área de estudo. Além disso, os guias sobre indicadores ambientais forneceram uma base teórica para a criação da matriz de indicadores socioambientais, garantindo que a análise fosse robusta e abrangente.

Em resumo, este trabalho busca não apenas diagnosticar os problemas socioambientais de Barra do Bugres, mas também propor soluções práticas e viáveis para promover um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo.

CONTEXTO HISTÓRICO DE BARRA DO BUGRES – MT

Barra do Bugres está localizada a 160 km de Cuiabá, a capital do Mato Grosso. A cidade faz parte da Mesorregião Sudoeste Mato-Grossense. Segundo o IBGE (2017), o município possui uma área territorial de 7.229 km². A fundação de Barra do Bugres está ligada aos ciclos econômicos do estado no final do século XIX e início do século XX, como a exploração vegetal da poaia, borracha e cedro. Esses ciclos influenciaram a formação populacional e foram importantes para a evolução e expansão territorial do município.

Assim como muitos municípios brasileiros, Barra do Bugres apresenta uma dualidade em sua morfologia urbana. Enquanto parte da cidade possui infraestrutura adequada, uma grande parte carece dessa infraestrutura básica, como saneamento, pavimentação e serviços públicos essenciais. Essa disparidade é resultado de um

crescimento urbano desordenado e da inércia do poder público em implementar políticas eficazes de urbanização e regularização fundiária.

A falta de ação do poder público levou à ocupação de áreas ambientais que, teoricamente, deveriam ser protegidas. Essas ocupações irregulares estão localizadas na região central da cidade, onde a demanda por moradia é alta devido à proximidade com serviços e oportunidades de emprego. No entanto, essas áreas são ambientalmente sensíveis, com características como a presença de cursos d'água, vegetação nativa e terrenos sujeitos a alagamentos.

A problemática se agrava porque essas áreas ocupadas poderiam, em teoria, ser regularizadas para abrigar a população de forma legal e segura. No entanto, o Plano Diretor Municipal definiu essas áreas como Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA), destinadas exclusivamente à preservação ambiental. Essa designação foi feita sem uma consideração adequada das necessidades sociais e habitacionais da população local.

A definição de ZEIA implica restrições severas à ocupação e construção, visando proteger os recursos naturais e a biodiversidade. Embora a intenção de preservar o meio ambiente seja válida, a falta de integração entre as políticas ambientais e sociais resultou em um conflito de interesses. A população que ocupa essas áreas enfrenta insegurança jurídica e condições de vida precárias, enquanto o meio ambiente sofre com a degradação causada pelas ocupações irregulares.

Para resolver essa questão, seria necessário um planejamento urbano mais integrado, que considere tanto a preservação ambiental quanto as necessidades habitacionais da população. Isso poderia incluir a revisão do Plano Diretor para permitir a regularização fundiária em áreas específicas, acompanhada de medidas de mitigação ambiental, como a recuperação de áreas degradadas e a implementação de infraestrutura sustentável.

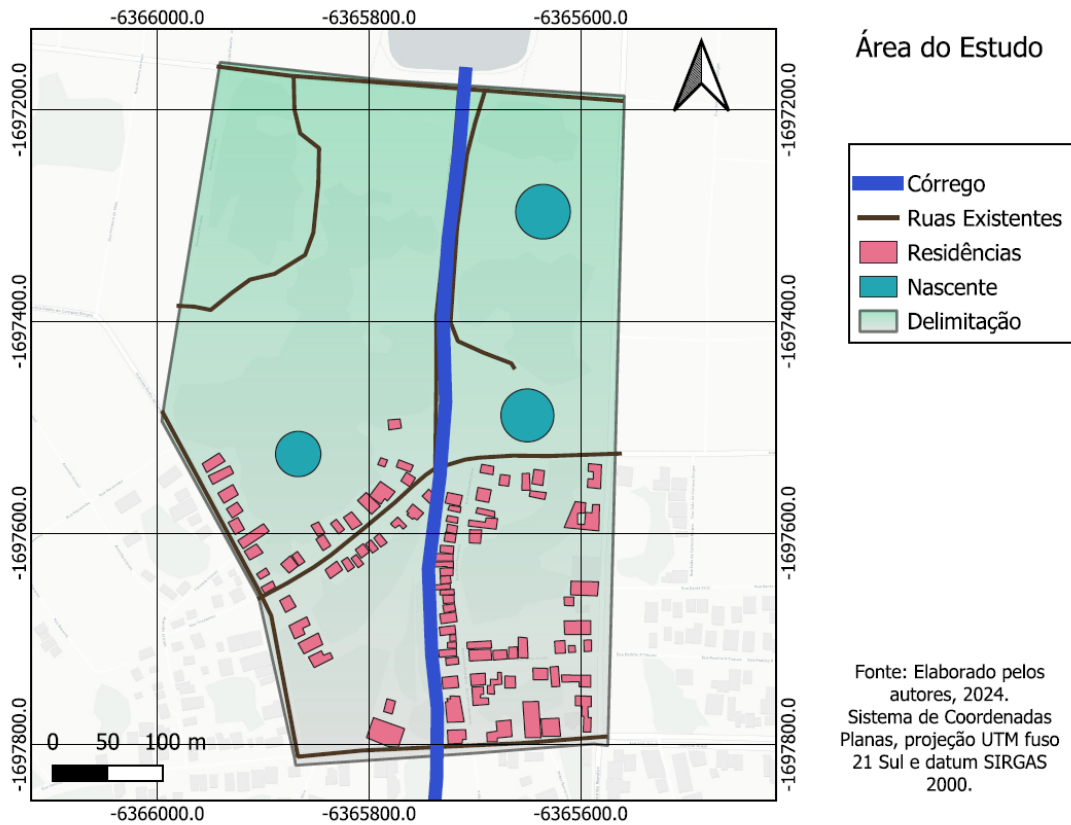
É importante ressaltar que a região de estudo apresenta diversas características inapropriadas para habitação, o que agrava os desafios enfrentados pelos moradores. Uma das principais questões é o constante alagamento de algumas áreas, especialmente durante a estação chuvosa. Esse problema é exacerbado pela presença de um córrego central que foi canalizado ao longo de seu percurso. Embora a canalização tenha sido uma tentativa de controlar o fluxo de água, ela não é suficiente para evitar transbordamentos, resultando em inundações frequentes que afetam as residências e a infraestrutura local.

Além disso, a região possui várias nascentes e olhos d'água, que são fontes naturais de água e desempenham um papel crucial no ecossistema local. No entanto, essas características também tornam a área mais suscetível a alagamentos e erosão, dificultando a construção de habitações seguras e estáveis. A vegetação densa presente na área é outro fator que contribui para a complexidade do terreno. Embora a vegetação seja vital para a preservação ambiental, ela pode dificultar o desenvolvimento urbano e a implementação de infraestrutura básica.

A topografia acentuada da região adiciona mais um nível de dificuldade. Terrenos inclinados são mais propensos a deslizamentos de terra, especialmente em áreas onde a vegetação foi removida ou onde o solo foi perturbado por construções irregulares. Isso representa um risco significativo para a segurança dos moradores, além de complicar a instalação de serviços essenciais como água, esgoto e eletricidade.

Essas características, conforme ilustrado na Figura 1, destacam a necessidade de um planejamento urbano cuidadoso e integrado. Qualquer intervenção na área deve considerar tanto a preservação ambiental quanto a criação de condições de vida seguras e dignas para a população. Soluções como a implementação de sistemas de drenagem eficientes, a proteção das nascentes e a estabilização do solo são essenciais para mitigar os riscos e melhorar a habitabilidade da região.

Figura 1 – Delimitação da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Por tais características apresentadas, a presente área de estudo se apresenta com uma região potencial de desenvolvimento urbano com a aplicação de metodologias aperfeiçoadas pelo Planejamento Urbano.

MATRIZ FPEIR

A definição de sustentabilidade foi originalmente apresentada durante o evento mundial *The World Conservation Strategy* (IUCN et al., 1992). Após esse evento, houve uma maior aceitação por parte do meio acadêmico e da sociedade em associar esse termo às práticas que visavam melhorar a qualidade de vida das pessoas sem causar danos significativos ao meio ambiente. De acordo com um dos documentos gerados nesse evento, sustentabilidade é definida como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades” (WCED, 1988).

Além dessa definição, surgiu o consenso de que era necessária uma mudança drástica no processo de desenvolvimento global, devido às interferências irreversíveis que estavam surgindo. Nesse contexto, durante a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente - Rio 92, foi proposta a criação de indicadores de avaliação de sustentabilidade para estabelecer padrões aceitáveis, considerando aspectos ambientais, sociais, econômicos, culturais e éticos (Francisco *et al.*, 2015).

Lira *et al.* (2016) explicam que o modelo FPEIR (Forças Motrizes, Pressões, Estado, Impacto e Respostas) deriva do modelo PER (Pressão – Estado - Resposta) e foi modificado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para elencar as implicações existentes entre o meio ambiente e a sociedade, utilizando indicadores ambientais e desempenho ambiental. Segundo Lira *et al.* (2016), o modelo FPEIR tem como premissa “fornecer informação sobre os diferentes elementos da cadeia FPEIR, demonstrar sua interligação e avaliar a eficácia das respostas obtidas”.

Este modelo considera que as atividades econômicas e o comportamento humano afetam a qualidade ambiental. As relações entre esses fenômenos são complexas e demandam um estudo aprofundado dos indicadores. O modelo FPEIR reforça o diálogo entre as causas reais dos problemas ambientais, os impactos que eles causam e as respostas da sociedade, de uma forma mais integrada (Lira *et al.*, 2016).

A metodologia FPEIR (Força-Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta) é uma ferramenta analítica utilizada para avaliar e monitorar questões socioambientais. Ela permite uma compreensão integrada das interações entre atividades humanas e o meio ambiente, facilitando a identificação de problemas e a proposição de soluções. Vamos detalhar cada componente da matriz FPEIR:

Força-Motriz: Refere-se às atividades humanas que impulsionam mudanças no meio ambiente. Exemplos incluem crescimento populacional, desenvolvimento econômico, urbanização e práticas agrícolas.

Pressão: São os efeitos diretos das forças-motrizes sobre o meio ambiente. Exemplos incluem poluição do ar e da água, desmatamento, emissão de gases de efeito estufa e uso excessivo de recursos naturais.

Estado: Descreve a condição atual do meio ambiente resultante das pressões. Exemplos incluem qualidade do ar e da água, níveis de biodiversidade e saúde dos ecossistemas.

Impacto: Refere-se aos efeitos das mudanças no estado do meio ambiente sobre a saúde humana, os ecossistemas e a economia. Exemplos incluem doenças respiratórias causadas pela poluição do ar, perda de habitat e redução da produtividade agrícola.

Resposta: São as ações tomadas pela sociedade para mitigar ou adaptar-se aos impactos ambientais. Exemplos incluem políticas públicas, regulamentações ambientais, programas de conservação e campanhas de conscientização (Veiga, 2011, p. 45).

Este modelo de avaliação estrutural dos sistemas ambientais é originário de uma proposta do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Ele permite uma avaliação contínua do estado do meio ambiente utilizando a matriz FPEIR (Força-Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta). A Força-Motriz refere-se às atividades humanas, que geram Pressões sobre o meio ambiente. Essas pressões podem alterar o Estado do ambiente, resultando em Impactos na saúde humana e nos ecossistemas. Em resposta a esses impactos, a sociedade pode adotar medidas corretivas, que podem ser direcionadas a qualquer elemento do sistema (Veiga, 2011).

Como exemplo da sua aplicabilidade, pode-se levar em consideração uma bacia hidrográfica e em como essa metodologia seria útil na sua gestão. A força motriz seria classificada como crescimento populacional e desenvolvimento econômico, a Pressão seria o uso excessivo de água, poluição por resíduos industriais e agrícolas. O Estado pode ser entendido como a redução da qualidade de água e diminuição dos níveis dos reservatórios. O Impacto seria a escassez de água para consumo humano e agrícola e perda de biodiversidade e por fim, a Resposta seria a implementação de políticas de gestão da água.

Pinto (2019) destaca que a criação e o uso de indicadores têm como objetivo facilitar a compreensão de informações técnicas e científicas, tornando-as mais acessíveis. Isso melhora a comunicação sobre diversos fenômenos ambientais, permitindo que gestores, políticos, grupos de interesse e o público em geral utilizem essas informações de maneira eficaz. Esses indicadores podem ser aplicados em várias áreas que requerem monitoramento contínuo, como a implementação de planos de recuperação de áreas degradadas ou de bacias hidrográficas, a elaboração de relatórios de situação ambiental e o acompanhamento do desempenho de sistemas de gestão ambiental (Veiga, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já abordado anteriormente, a análise da matriz FPEIR demanda tempo e um estudo aprofundado sobre os problemas identificados, como eles interferem no meio ambiente e como as respostas podem ser integradas de forma eficiente ao planejamento urbano.

Foi possível desenvolver uma tabela baseada nos conceitos da matriz FPEIR para realizar uma análise crítica das principais causas dos problemas enfrentados pelos moradores de Barra do Bugres e como as respostas podem ser eficientes para resolver esses problemas. Na Tabela 1, são destacados os pontos mais críticos.

Força Motriz	Pressão	Impacto	Estado	Resposta
Infraestrutura deficitária	Circulação linear de 4800 metros	Bairro insalubre	Infraestrutura deficiente	Adequação de políticas públicas
Índices de desigualdade	29.403 moradores	Água contaminada e gastos com internação	Criação de novas linhas	Maior participação no Plano Diretor
Invasões e ocupações irregulares	110m ² de área verde por hab.	Inacessibilidade de vias	Geração de novas companhias férreas	Adoção da Reurb-S

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A desigualdade presente em Barra do Bugres não é exclusiva da cidade, sendo observada em diversos centros urbanos devido à falta de investimentos e à ausência de políticas públicas eficazes para amenizar essa situação. Como resultado, aumentam as ocupações de áreas irregulares ou inadequadas para moradia, que carecem de

infraestrutura básica e são atraentes para a população mais carente por não implicarem em despesas extras (Vargas, 2010).

Essa questão se agrava a cada dia, pois, como já foi apontado, a região atualmente é uma Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), o que teoricamente não permite edificação ou ocupação para moradia devido a condicionantes que podem causar problemas às pessoas. A região não possui infraestrutura básica para acomodar todos os moradores, como evidenciado pelo córrego do Tanque, que atravessa a área. Este córrego foi canalizado, mas atualmente não consegue comportar o volume de água durante o período chuvoso, transbordando frequentemente e causando prejuízos aos moradores circundantes. Além disso, o córrego é um grande agente endêmico, recebendo diversos dejetos humanos sem tratamento adequado, como mostrado nas Figura 2.

Figura 2 – Falta de acessibilidade e saneamento no bairro



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Estudos preliminares indicam que quase 5 km de vias informais foram criadas pelos ocupantes dessa área para melhorar sua locomoção nas atividades cotidianas (Figuras 3 e 4). Também foi possível determinar que há 110 m² de área verde por habitante, um valor bem acima do mínimo (12 m²) e do recomendado (36 m²) pela Organização Mundial da Saúde (OMS). No entanto, seria leviano afirmar que essa área é efetivamente aproveitada pela população ou que comportaria algum tipo de atividade.

O Ministério da Saúde (2013) estabelece que cerca de 18% dos gastos com internação e medicamentos são originados por problemas na atenção básica de saúde, que envolve saneamento básico das cidades. Além disso, a região não apresenta qualquer índice de acessibilidade para moradores com deficiência, que precisam improvisar diversas pontes de madeira sobre o córrego para atravessar. As ruas criadas pelos moradores também carecem de pavimentação e calçadas, tornando-se um problema adicional durante o período chuvoso, quando o terreno tende a formar lama.

Também foi realizada uma análise da região à luz da legislação pertinente, incluindo o Plano Diretor Municipal de Barra do Bugres (2006), o Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) e a Lei de Regularização Fundiária (Brasil, 2017), para tratar da legalidade dessas ocupações.

O art. 2º do Plano Diretor Municipal de Barra do Bugres estabelece que o objetivo é “propiciar melhores condições para o desenvolvimento integrado e harmônico e o bem-estar social dos cidadãos de Barra do Bugres, sendo o instrumento normativo e orientador dos processos de transformação urbana nos aspectos sociais, ambientais e econômicos, determinante para todos os agentes, públicos, privados e sociais, que atuam no município”. Para aplicar isso, é proposta a criação de macrozonas, onde cada macrozona terá sua peculiaridade e função distinta. A região do estudo se encaixa nas Zonas Urbanas Especiais (ZOES) e sua subdivisão é a Zona Especial de Interesse Social (ZEIA).

De acordo com a legislação municipal, é vedada a ocupação, construção ou adensamento dessa região para fins de moradia, devido à falta de condições adequadas e à presença do mato verde original que deve ser protegido. No entanto, por meio de visitas in loco e avanços na pesquisa, foi possível notar que boa parte da região poderia abrigar essa população de forma apropriada com a adoção de políticas públicas, além de uma possível alteração no zoneamento da área para tornar essa população detentora de seus lotes.

O Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) regulamenta o capítulo da política urbana da Constituição Federal (art. 182 e 183). Delegada pela Constituição Federal, a tarefa de delimitar o que representa cumprir a função social da cidade e da propriedade urbana é atribuída ao poder público municipal. A nova lei oferece aos municípios diversos instrumentos jurídicos para auxiliar nas intervenções sobre seus territórios, além de uma nova definição de planejamento e gestão urbana (Rolnik, 2003).

Um dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade é a Transferência do Direito de Construir, que autoriza o morador de uma área considerada de interesse histórico, ambiental ou ocupada por populações de baixa renda passíveis de regularização fundiária a construir em outra área sem prejuízo. Assim, a população poderia ser alocada em regiões próximas às suas casas, sem necessidade de remoção para áreas periféricas da cidade.

A Lei de Regularização Fundiária (Brasil, 2017) apresenta a Reurb-S, que visa promover a regularização fundiária de áreas predominantemente ocupadas por moradores de baixa renda. Também prevê a possibilidade de regularização de áreas classificadas como de preservação, estabelecendo diversos critérios que devem ser seguidos para a aprovação da Reurb-S. Nessas áreas de preservação ambiental, o custeio dos projetos, obras de infraestrutura e registros em cartório são diferenciados e devem considerar a realidade dos moradores da região (Correia, 2018, p. 14).

No que tange à regularização fundiária, ambas as modalidades apresentadas permitem que, independentemente das características da ocupação, “os Municípios poderão dispensar as exigências relativas ao percentual e às dimensões de áreas destinadas ao uso público ou ao tamanho dos lotes regularizados, assim como a outros parâmetros urbanísticos e edifícios” (art. 9º, §1º).

Esse dispositivo é de grande importância, pois, tratando-se de assentamentos informais em centros urbanos, nem sempre é possível desmembrar a área em lotes iguais para todos os ocupantes. Quando se adota um padrão referencial de lotes, torna-se mais difícil regularizar toda a área desejada. Além disso, é relativamente comum que áreas anteriormente públicas sejam ocupadas e, dependendo do grau de adensamento, a realocação pode ser problemática tanto para o setor público quanto para os ocupantes da região.

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012), em seus artigos 64 e 65, estabelece que a ocupação de Área de Preservação Permanente (APP) é permitida apenas em circunstâncias específicas. Essas circunstâncias incluem núcleos urbanos consolidados, um conceito definido pela Lei de Regularização Fundiária (Brasil, 2017), em seu art. 11, §3º. Núcleos urbanos consolidados são aqueles que existiam na data de

promulgação da lei específica e apresentam características de irreversibilidade, como o tempo de ocupação, a natureza das edificações, a localização das vias de circulação e a presença de equipamentos públicos, entre outras circunstâncias a serem avaliadas pelos Municípios ou pelo Distrito Federal. Caberá ao poder público municipal, em decisão motivada, considerar determinado assentamento como consolidado.

A ocupação de áreas de preservação permanente (APP) em núcleos urbanos consolidados é permitida apenas quando a área é majoritariamente ocupada por população de baixa renda. Isso visa equilibrar a necessidade de proteção ambiental com as demandas sociais e urbanas. A legislação permite que, em casos específicos, essas áreas possam ser regularizadas para garantir moradia digna e segura para os ocupantes, desde que sejam adotadas medidas de mitigação dos impactos ambientais.

Além disso, a Lei de Regularização Fundiária (Brasil, 2017) apresenta a Reurb-S, que visa promover a regularização fundiária de áreas predominantemente ocupadas por moradores de baixa renda. A Reurb-S permite a regularização de áreas classificadas como de preservação, estabelecendo critérios específicos para a aprovação. Nessas áreas, o custeio dos projetos, obras de infraestrutura e registros em cartório são diferenciados e devem considerar a realidade dos moradores da região.

No que tange à regularização fundiária, ambas as modalidades apresentadas permitem que, independentemente das características da ocupação, “os Municípios poderão dispensar as exigências relativas ao percentual e às dimensões de áreas destinadas ao uso público ou ao tamanho dos lotes regularizados, assim como a outros parâmetros urbanísticos e edilícios” (art. 9º, §1º). Isso facilita a regularização de assentamentos informais, permitindo que os moradores obtenham a titularidade de seus lotes e tenham acesso a infraestrutura básica e serviços públicos.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os aspectos observados, conclui-se que a questão envolvendo a regularização fundiária de áreas de preservação permanente (APP) apresenta características distintas das áreas de interesse social, devido à presença de agentes externos mais voláteis. Para abordar essa problemática ambiental, utiliza-se a matriz FPEIR, que determina diversos indicadores socioambientais com a função de auxiliar no pleno desenvolvimento da sociedade sem prejudicar o meio ambiente.

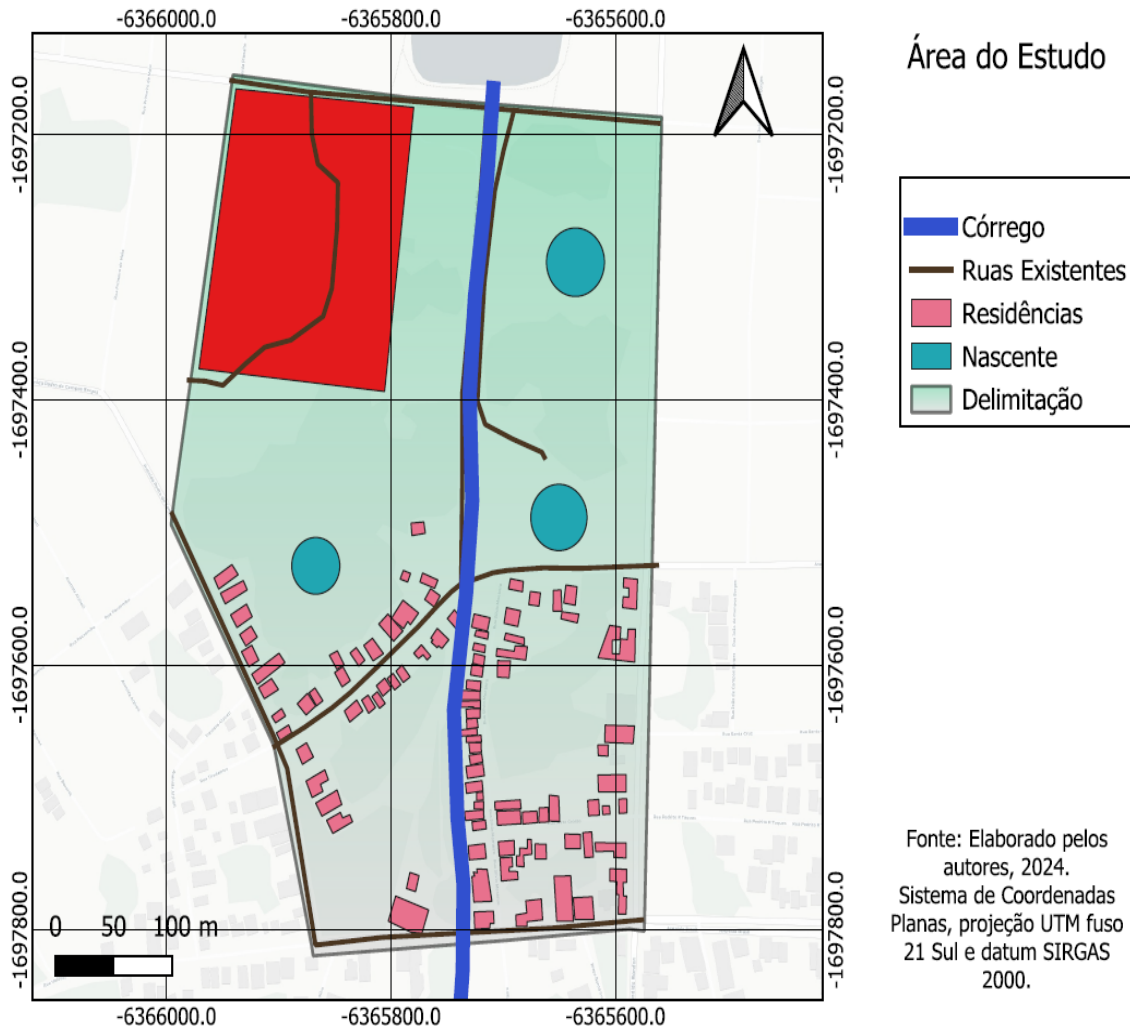
A legislação pertinente de políticas públicas urbanas foi de grande valia, fornecendo o arcabouço necessário para que as melhores soluções fossem propostas, oferecendo amparo legal aos diretamente envolvidos nas possíveis alterações no local. Com isso, foi estabelecido um cenário que promete um aumento considerável na qualidade de vida da população local.

A proposta legislativa inclui a criação e preservação de uma faixa limítrofe de vegetação ao longo do córrego, para evitar problemas como o assoreamento do leito e promover sua reabilitação a um estado aceitável. Também é proposto o plantio de vegetação nativa da região e o monitoramento da área para evitar novas construções irregulares na faixa de 15 metros estabelecida e em toda a área de APP.

Além disso, será aplicado o instrumento jurídico da Transferência do Direito de Construir, presente no Plano Diretor Municipal. Esse instrumento permitirá a realocação dos moradores que ocupam a faixa de 15 metros para uma região próxima, desde que não prejudiquem o meio ambiente nesse processo. A Reurb-S, dispositivo jurídico previsto na Lei de Regularização Fundiária Urbana, também será utilizada. Apesar das contradições, a Reurb-S possibilitou um arranjo favorável à área de estudo, amparando a região por ser

um local passível de regularização fundiária presente em APP. A área destinada a abrigar essa população pode ser observada na figura 3.

Figura 3 – Regularização Fundiária por meio da Reurb-S



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Diante desses resultados, é possível notar que os indicadores socioambientais e os dispositivos legais citados auxiliaram na garantia do interesse social em áreas delimitadas para interesse ambiental, além de resguardar as áreas que devem ser protegidas integralmente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Francisco de. "Políticas Habitacionais no Brasil: Um Panorama dos Últimos Trinta Anos". Revista de Política e Planejamento Urbano, v. 30, n. 2, p. 145-159, 1999.

BRASIL. Lei n. 11.977, de 7 de julho de 2009. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas.** Diário Oficial da União de 7 de julho de 2009.

BRASIL. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Diário Oficial da União de 29 de dezembro de 2009.

BRASIL. Lei n. 13.674, de 11 de junho de 2018. **Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana e dá outras providências.** Diário Oficial da União de 11 de junho de 2018.

CORREIA, Arícia Fernandes. "**Desafios na Regularização Fundiária Urbana: Análise da Lei n. 13.674/2018 e seus Impactos no Município do Rio de Janeiro**". Revista de Direito Urbano e Ambiental, v. 35, n. 2, p. 185-225, 2018.

FRANCISCO, Cristiane Nunes; FERNANDES, Pedro José Farias. "**Zoneamento Ambiental: Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**". In: Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, Salvador. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2017: Características da População e dos Domicílios.** Rio de Janeiro, 2021.

IUCN; UNEP; WWF. **Global Biodiversity Strategy: Guidelines for Action to Save, Study, and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably.** International Union for Conservation of Nature (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) and World Wide Fund for Nature (WWF), Washington, D.C., 1992.

LIRA, Sandro Haoxovell; FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto. "**História e Políticas de Sustentabilidade: Uma Perspectiva Multidisciplinar**". Revista de Estudos Ambientais, v. 20, n. 1, p. 55-68, 2016.

PINTO, Victor Carvalho. "**O Direito Urbanístico Brasileiro: Desafios e Perspectivas**". Revista Jurídica de Urbanismo e Meio Ambiente, v. 12, n. 3, p. 101-115, 2019.

ROLNIK, Raquel et al. "**O Estatuto da Cidade e Suas Aplicações: Reflexões e Casos Práticos**". Estatuto da Cidade: novos desafios e oportunidades. Caderno Polis, n. 7, p. 72-89, 2003.

SANTOS, T. M. A.; GONÇALVES, L.M. "**Desafios da Regularização Fundiária em Áreas de Preservação: O Caso do Jardim Santa Marta em Campinas**". In: Congresso Brasileiro de Planejamento Urbano, 2017, São Paulo. Anais do Congresso Brasileiro de Planejamento Urbano. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - USP, 2017.

VARGAS, Hilda Ledoux. "**Conflitos Socioambientais em Áreas de Preservação: Um Estudo de Caso em Feira de Santana, BA**". Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 12, n. 2, p. 223-239, 2010.

VEIGA, José Eli da. "**Desenvolvimento Sustentável e Indicadores Socioambientais**". Revista Brasileira de Economia e Política, v. 31, n. 3, p. 341-359, 2011.

VILLAÇA, Flávio. "**Plano Diretor e Seus Desafios no Século XXI**". Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM. Cidades do Futuro: Cenários e Perspectivas. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima–CEPAM, p. 201-215, 2002.


WCED, **World Commission on Environment and Development**. "Nosso Futuro Comum". Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 420 p.


O CALOR E A MATA: OS IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA ORLA DO ICUÍ NO MUNICÍPIO DE ANANINDEUA, PARÁ


Aguinaldo Marques, Brenda Azevedo, André Marques

Resumo: Por muitos anos a cidade de Ananindeua, PA foi conhecida como cidade dormitório por conta de sua baixa estrutura e locais de lazer, esporte entre outras atividades. Porém, nos últimos anos, a cidade vem se transformando através de obras de infraestrutura proporcionam aos seus cidadãos a oportunidade de usufruir de uma cidade que atenda às demandas sociais de lazer e de esporte. Neste contexto, presente teve como objetivo analisar os impactos sofridos pela implantação da orla de Ananindeua. Para isso, foi analisada a forma como a orla foi constituída no meio ambiente, observando o desmate da mata ciliar do Rio Maguari e a geração do desconforto térmico. Para tal, realizou-se trabalho de campo para observar esses aspectos e colher amostras de temperaturas e relacionar com bibliografia pertinente e seus aspectos legais, como sugestão apresentou-se alternativas de gestão da orla.

Palavras-chave: Desconforto térmico. Orla de Ananindeua. Região metropolitana de Belém. MetrÓpole da Amazônia. Mata ciliar.

A. Marques () Centro de Ciências Naturais e Tecnologia - CCNT/ Universidade do Estado do Pará-UEPA/Belém. Pará, Brasil
e-mail: Aguinaldoj2m@gmail.com

B. Azevedo (). Instituto de Filosofia de Ciências Humanas - IFCH/ Universidade Federal do Pará - UFPA/ Belém. Pará, Brasil.

A. Marques (). Instituto Federal do Pará – IFPA/ Universidade da Amazônia - UNAMA/ Belém. Pará, Brasil.

© *Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora*

INTRODUÇÃO

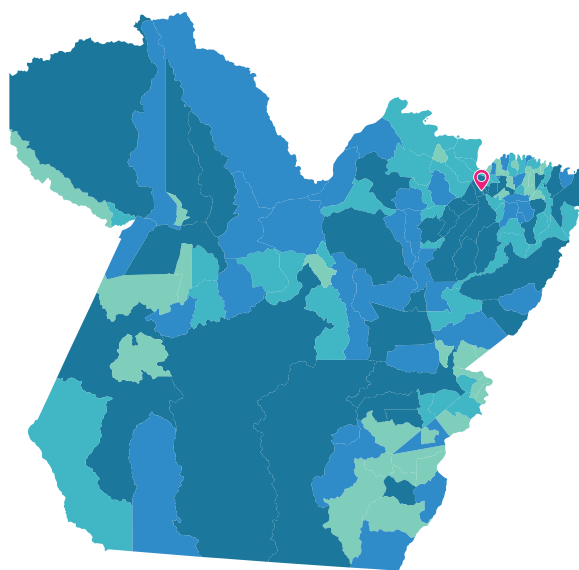
Ananindeua é um município (Figura 1) pertencente à região metropolitana de Belém) no estado do Pará, tendo população de 478.778 habitantes, com distância aproximada de 21 km da capital Belém, apresentando 62,75% de área urbanizada (IBGE, 2022). Por muito tempo a cidade foi caracterizada como “cidade dormitório”. No entanto, Ananindeua cada vez mais vem ganhando infraestrutura própria (hospitais, shoppings e praças) e deixando este título para trás (Bastos, 2013).

Em 2022, o projeto da orla previu a implantação da orla de frente ao Rio Maguari entre a rua Santa Fé e estrada do Icuí-Guajará com objetivo de proporcionar a prática de esportes, lazer, alimentação e espaços de contemplação contendo play lúdico, futmesa, espaço multiuso, deck píer mirante com área de intervenção total de 2253,00m. A orla do icuí ou orla de Ananindeua (como popularmente ficou conhecida) tem um custo orçado em R\$ 45.313.406,81, a primeira etapa foi entregue em 3 de dezembro de 2023, com cerca de 800 m de área construída (na figura 2 é possível perceber em azul área total do empreendimento e em vermelho a primeira etapa) com valor global de custo de R\$ 5.210.289,74 (Ananindeua, 2022).

Para a construção deste empreendimento foi necessário a utilização de área de marina/matias ciliares. Essas formações vegetais são essenciais para a proteção e conservação dos recursos hídricos no Brasil, desempenhando um papel crucial na manutenção da biodiversidade e na regulação dos ecossistemas aquáticos. A legislação que regula o desmatamento dessas áreas é fundamental para garantir a sustentabilidade ambiental e o uso racional dos recursos naturais. Este texto explora a legislação de desmatamento de matas ciliares no Brasil, destacando sua evolução histórica, desafios na implementação e impactos ambientais além de discorrer sobre o desconforto térmico que ilhas de calor podem causar.

Neste contexto, o artigo pretende discutir os impactos da implantação da primeira orla do município, observando principalmente as consequências do desmatamento da mata ciliar e o desconforto térmico, além de apresentar possíveis alternativas de mitigação.

Figura 1 - Localização do município de Ananindeua no estado do Pará.



Fonte: IBGE (2022).

Figura 2 – área do empreendimento da Orla.



Fonte: Ananindeua (2022).

Material e métodos

Para a discussão dos impactos utilizou-se aporte teórico específico bem como sustentação jurídica (legislação) sobre o tema contextualizando através de fotos do objeto de estudo (orla de Ananindeua). O trabalho de campo estabeleceu-se em dois dias no fim de semana no período matutino - vespertino. Houve ainda medição de temperatura com o auxílio de termômetro infravermelho Modelo NJTY T 600 A (-50°C~600°C (-58°F~1112°F)) (Figura 3). Utilizou-se dados fornecidos pelo fabricante sobre a incerteza da medição desse termômetro de $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para leituras acima de 0°C . Os horários foram escolhidos por conta da maior incidência da luz solar, os valores apresentados no Quadro 1 Quadro 2 são a média de três medições no mesmo ponto.

Figura 3 - Termômetro Infravermelho utilizado para o trabalho de campo.



Fonte: Autores (2024).

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DA ORLA

A implantação da orla de Ananindeua oferecia uma oportunidade valiosa para criar uma área de lazer acessível e sustentável para os moradores locais, ao mesmo tempo em que preservava a importante mata ciliar que cerca a região. No entanto, a forma como o projeto foi concebido e executado levanta algumas preocupações a serem apontadas

Entre os impactos da construção da orla houve o desmatamento da mata ciliar do rio Maguari. As matas ciliares são compreendidas como: “conjunto de formações vegetais que se formam ao longo dos cursos d’água, ou seja, nas margens dos rios, lagos, represas, córregos e nascentes. É também conhecida como mata de galeria, mata de várzea ou floresta ripária” (Rizzetti *et al.* 2017 p.2)

O marco legal mais significativo para a proteção das matas ciliares no Brasil é o Código Florestal, instituído inicialmente pela Lei nº 4.771/1965 e posteriormente alterado pela Lei nº 12.651/2012. Este código estabelece diretrizes para a utilização sustentável dos recursos naturais, incluindo a definição de áreas de preservação permanente ao longo de rios e nascentes (Machado *et al.*, 2019). A legislação evoluiu ao longo das décadas para enfrentar os desafios ambientais e as demandas socioeconômicas do país.

Desde sua criação, o Código Florestal passou por várias alterações para aprimorar a proteção das matas ciliares. A Lei nº 12.651/2012, por exemplo, introduziu novas regras para a regularização ambiental de propriedades rurais e estabeleceu critérios específicos para a conservação das APPs (Machado *et al.*, 2019). Segundo o texto de Vieira *et al.* (2020), essas mudanças visam conciliar a produção agrícola com a conservação ambiental, promovendo práticas sustentáveis no uso da terra.

Uma das principais inclusões na legislação foi a definição de áreas de preservação permanente de acordo com a largura do curso d’água e características específicas de cada bioma brasileiro. A Resolução CONAMA nº 303/2002 complementa o Código Florestal ao estabelecer diretrizes para o licenciamento ambiental de atividades que afetam as matas ciliares, como a recomposição obrigatória de áreas degradadas (Resolução CONAMA nº 303/2002). De acordo com Oliveira *et al.* (2020), essas normativas buscam garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelas matas ciliares.

Apesar dos avanços, a implementação efetiva da legislação enfrenta desafios significativos, incluindo a falta de fiscalização adequada e a pressão por alterações legislativas que flexibilizem as normas ambientais. Souza *et al.* (2017) argumentam que a expansão agrícola e o crescimento urbano muitas vezes resultam em conflitos de uso da terra e pressões sobre as áreas de preservação permanente.

Para garantir a eficácia da legislação de matas ciliares, são necessários investimentos contínuos em monitoramento ambiental, capacitação de agentes públicos e educação ambiental. Ações de conscientização junto à comunidade rural e urbana são fundamentais para promover a conservação das áreas de preservação permanente e incentivar práticas sustentáveis de uso da terra (Lima *et al.*, 2019). A legislação de matas ciliares no Brasil evoluiu ao longo do tempo para enfrentar os desafios ambientais e promover o desenvolvimento sustentável. Embora ainda haja desafios na implementação e fiscalização das normas, as mudanças legislativas refletem um compromisso crescente com a conservação dos recursos naturais e a proteção dos ecossistemas aquáticos. Com esforços contínuos de gestão ambiental e engajamento da sociedade, é possível garantir a preservação das matas ciliares para as gerações futuras.

A proteção da mata ciliar é regulada em todo território nacional pela Lei de Código Florestal nº 12.651, de maio de 2012 sendo pertencente a Áreas de Preservação Permanente - APP sendo importante para:

Proteção dos rios, tornando fundamental a sua conservação e recuperação. A sua existência é benéfica para a boa qualidade de vida aos seres vivos, tanto animais quanto vegetais. Ela possui funções ambientais e ecológicas importantes tanto para a natureza quanto para a humanidade. Além de funcionarem como corredores de fauna entre fragmentos florestais. Contribui principalmente por fornecer localidade de moradia para grande quantidade de espécies de animais, como pássaros, mamíferos e reptéis. Nas matas ciliares há concentração de várias espécies de vegetações nativas. (Castro *et al.* 2017, p.1).

Apesar do código florestal prever em todo território nacional faixas de proteção entre 30 e 500 metros (variando de acordo com a largura do rio), a lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021 definiu que cabe as câmaras municipais brasileiras definirem a extensão de faixas de proteção das margens dos seus respectivos rios.¹

Entre os impactos no caso da orla o desmatamento da margem do rio foi em decorrência da estrutura de concreto para a construção de calçada e implantação de via de asfalto que pode atenuar ilhas de calor:

Os materiais urbanos (asfalto, concreto e etc.) possuem capacidade térmica mais elevada que a dos materiais das áreas rurais (solo, tijolo de adobe, madeira e etc.) e são melhores condutores de calor. Estes materiais absorvem uma alta porcentagem de radiação solar de ondas curtas durante o dia e tendem a irradiá-las para o meio ambiente mais facilmente do que superfícies em áreas suburbanas de baixa densidade ou rural (Ribeiro *et al.* 2018 p.186).

A forma escolhida para implantar a orla não considerou dados recentes que apontam para o aumento da temperatura média em decorrência do aquecimento global (Amanias, 2018 p. 814) além de destoar da preparação da região metropolitana de Belém para sediar a COP 30 em 2025², na figura 4 é possível perceber a orla durante o período matutino e observar a mata ciliar, além da falta de arborização do lado oposto à beira do rio. Outro fator impactante do desmate ciliar e da falta de arborização e a alta temperatura dificulta a utilização dos espaços pelo período vespertino.

¹ Durante o levantamento da pesquisa não foi identificada nenhuma legislação própria municipal.

² “A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que reúne anualmente os países Parte em conferências mundiais. Suas decisões, coletivas e consensuais, só podem ser tomadas se forem aceitas unanimemente pelas Partes, sendo soberanas e valendo para todos os países signatários.” - Ocorrerá em Belém e em Sua Região Metropolitana no Período de 10 a 21 de novembro de 2025. MMA, 2024.

Figura 4 – Vista da Orla de Ananindeua.



Fonte: Autores (2024).

As matas ciliares, também conhecidas como áreas de preservação permanente - APPs ao longo de cursos d'água, desempenham funções vitais na conservação da qualidade da água, na estabilização das margens dos rios e na proteção da biodiversidade aquática e terrestre (Lei nº 12.651/2012; Código Florestal Brasileiro). Segundo estudos de Silva *et al.* (2018), essas áreas são essenciais para a manutenção dos ecossistemas fluviais e para a regulação do ciclo hidrológico. A ausência de árvores e vegetação nas áreas adjacentes aos corpos d'água não apenas compromete a qualidade estética e ambiental do local, mas também contribui para a degradação da mata ciliar. A vegetação desempenha um papel crucial na proteção dos ecossistemas aquáticos, ajudando não só a estabilizar o solo, filtrar poluentes e fornecer habitat para a fauna local, mas também regular a qualidade da água, prevenir a erosão do solo e contribuir para o ciclo de nutrientes:

as matas ciliares e de várzea desempenham um papel fundamental, pois são elas as principais fontes produtoras de alimento, abrigo e proteção para os peixes. O desmatamento nestas áreas significa a eliminação dessas fontes e a abertura para o processo de assoreamento, poluição e alterações da qualidade da água (Val e Santos, 2009 p.56).

A Orla de Ananindeua é um importante empreendimento no processo de emancipação da cidade, visto que é uma área de lazer que impacta diretamente a qualidade de vida da população local. No entanto, verifica-se que na execução do projeto, optou-se por ciclofaixas, as quais além de oferecerem menos segurança para os indivíduos em comparação com ciclovias, também não possuem cobertura física, o que demonstra uma falta de cuidado com os ciclistas e com a população visto que nas calçadas também não há cobertura, na figura 5 é possível notar a ciclofaixa sem arborização, apenas com malha

asfáltica. Estes mesmo fator é percebido as áreas de fazer impossibilitando a circulação e permanência de pessoas mesmo no período matutino conforme ilustra figura 6. Principalmente em se tratando de o clima tropical ser o próprio na região e um dos fatores de riscos relacionados ao desenvolvimento de câncer:

A exposição solar excessiva é o principal fator de risco para o câncer de pele. No Brasil, o câncer de pele não melanoma é o tumor mais frequente em ambos os sexos. A radiação solar (exposição natural à radiação UV) pode atingir as pessoas de três maneiras: diretamente, dispersa em céu aberto e refletida no ambiente (INCA, 2023).

Figura 5 - Entrada da Orla de Ananindeua.



Fonte: Autores (2024).

Além da falta de cobertura física, a orla conta com a pavimentação asfáltica da via, dentre os impactos ambientais negativos causados por essa escolha, se destacam três: as ilhas de calor impermeabilização do solo e a poluição da Água e do Ar:

Um dos fatores que favorecem a formação das ilhas de calor é o asfalto, pois é um material de baixa refletividade e altamente condutor de calor, existe maior acumulação de calor devido às propriedades de absorção, refletindo um baixo índice de albedo (Oliveira, 2019).

Figura 6 - Áreas de lazer da orla sem cobertura vegetal.



Fonte: Autores (2024).

Além dos pontos já sinalizados neste trabalho, há também de se salientar que com o aumento da circulação de pessoas, de automóveis movidos a combustão, há conseqüentemente o aumento da poluição emitida. Quanto a isso, é importante se verificar que mesmo antes da construção da orla de Ananindeua, já se apontavam a precariedade do tratamento, em se utilizando da análise amostras retiradas em alguns pontos em período menos chuvosos e em períodos mais chuvosos ao longo da Bacia do Rio Maguari-Açu este que por sua vez deságua no furo do Maguari (à margem deste está construída a primeira etapa da Orla de Ananindeua), verifica-se sobre a precariedade do saneamento básico e a poluição antrópica:

Os valores para três parâmetros físicos: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos indicaram não conformidade com o estabelecido pela CETESB, o que indica perda da qualidade da água por ação antrópica. Quanto as variáveis químicas, pH e OD, os valores obtidos indicaram que, independentemente do período analisado, a qualidade da água. Isso permitiu concluir que há efluentes domésticos transportando cargas orgânicas até o rio Maguari-Açu. Quanto aos parâmetros microbiológicos, seja, para CT, CTT e E. Coli, todos os valores obtidos foram acima do permitido em corpos hídricos pela legislação brasileira, em ambos os períodos analisados, o que confirma a contaminação microbiológica desse rio. (Pereira, et al. 2024)

Poluição que pode ser acentuada com a chegada da Orla de Ananindeua, de acordo com Drumond *et al.* (2018), A degradação dos recursos hídricos superficiais ocorre, principalmente, em função das atividades antrópicas desenvolvidas no âmbito das bacias hidrográficas. Desse modo, o monitoramento do Rio Furo do Maguari se demonstra uma necessidade, o acompanhamento vai além de tratar o resíduo gerado pela orla, visto que é necessário acompanhar e gerar indicadores de poluição, relatórios sobre o uso, de modo

a fornecer informações úteis para o manejo adequado desta bacia com o objetivo de preservá-la.

Figura 7 - Incidência de lixo antropizado na Orla de Ananindeua-PA.



Fonte: Autores (2024).

Esse monitoramento da bacia também se estende às matas ciliares e ao controle da poluição. Uma alternativa seria a inserção de instituições de pesquisa e de ensino nesta área, Universidades Federais, Universidades Estaduais, Institutos Federais ou Instituições de Ensino ou Pesquisa privada. Essa seria uma forma de integrar ensino, qualidade de vida e, ao mesmo tempo, preservação e monitoramento fomentando o conhecimento científico na cidade.

AINDA HÁ TEMPO: ALTERNATIVAS DE GESTÃO AMBIENTAL NA ORLA

Implementar medidas eficazes para proteger e restaurar a mata ciliar é essencial para garantir a saúde ambiental e o bem-estar das comunidades humanas e naturais. A integração de esforços para conservar essas áreas é um passo crucial em direção a um futuro mais sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

Iniciar projetos de restauração da mata ciliar, incluindo a replantação de espécies nativas e a recuperação de áreas desmatadas, é crucial para restabelecer os serviços ecossistêmicos que essas áreas fornecem. Promover a conscientização sobre a importância da mata ciliar e os benefícios da sua preservação é vital para engajar comunidades na proteção desses ecossistemas.

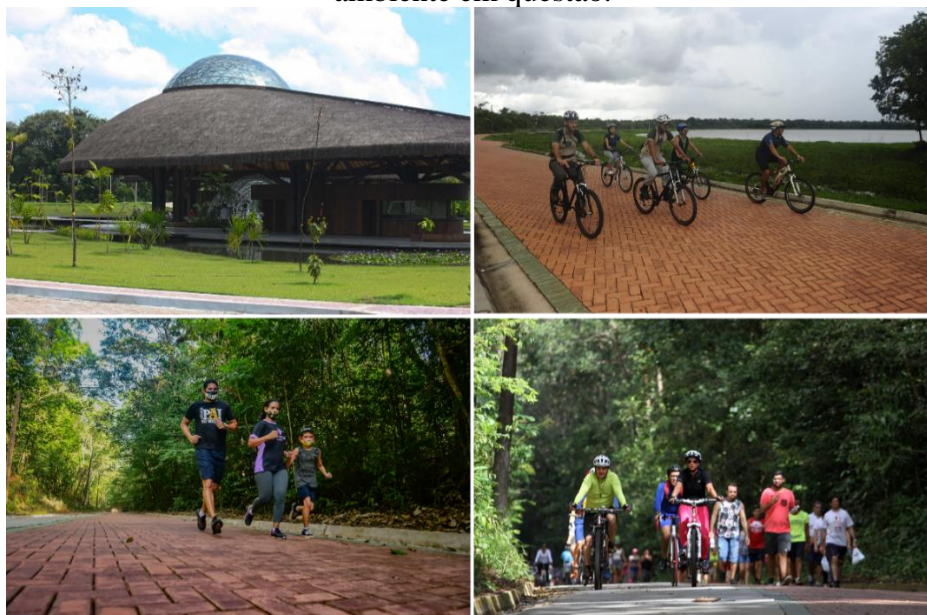
É importante notar que apenas a parte inicial do projeto foi executada desta forma medidas de mitigação podem ser tomadas para a reavaliação das próximas etapas, ou até mesmo a manutenção do que já foi executado, para isso serão apresentados dois exemplos que podem servir de alternativa para a gestão.

Exemplos de Belém, cidade vizinha

É fundamental destacar que a possibilidade de conciliar o desenvolvimento de áreas de lazer com a preservação ambiental, como exemplificado pelo Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (conhecido popularmente apenas como Parque do Utinga), localizado em Belém, demonstra que é possível criar espaços recreativos que valorizam e protegem o ambiente natural ao seu redor. Através de medidas cuidadosas de planejamento e gestão, é viável garantir que as áreas de lazer não comprometam a integridade da mata ciliar e da hidrografia, e para além de integrar a área ao uso comum, promovam sua conservação, entre algumas estratégias adotadas possui: área de sombreamento artificial apropriada na entrada do parque e corredor de sombreamento natural mantida por árvores ao redor da ciclovia, e a conservação da mata ciliar, fatores que permitem maior interação de horário do público com o meio ambiente. Outro fator que chama atenção é o pavimento de blocos intertravados, que inclusive é a utilizada em toda a extensão pavimentada do Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, proporcionando mais conforto térmico³, uma vez que:

[...] A substituição da pavimentação de terra pela asfáltica, eleva a temperatura, em média, em 2,40°C. Enquanto que o asfaltamento de ruas com pavimentação de calçamento eleva a temperatura em 1,15 °C. Já a mudança da asfáltica pela pavimentação de blocos intertravados, diminui a temperatura média em 1,05°C. (Sousa *et al.*, 2017)

Figura 8 - Atividades no Parque do Utinga com coexistência das pessoas com o meio ambiente em questão.



Fonte: Parque do Utinga (2024).

³ Além disso, caso alinhado com pintura utilizando cores que absorvam menos calor obterá uma redução maior de temperatura como bem aplicado no referido parque.

Vale destacar que o bloco intertravado é uma das opções a se pensar nas próximas etapas do projeto, pois tem manutenção simples e menos visível (visto que consiste na substituição de bloco imperfeito por um outro novo, mudança imperceptível ou quase) que a pavimentação asfáltica apresentada na figura 8, ainda de acordo com a figura 9, é possível visualizar deformações asfálticas causadas pelo calor e provavelmente pelo estacionamento de motos, ressalta-se que neste caso a manutenção diferentemente do bloco intertravado, consistiria em raspagem e recapeamento, neste caso a primeira opção melhora esteticamente o local, também contribui para a drenagem urbana:

Este material se destaca pela sua eficiência ambiental, pois existe a possibilidade de usar resíduos em sua composição e o bloco é semipermeável, contribuindo na drenagem urbana. Atualmente é possível encontrar uma grande diversidade de modelos, tamanhos e cores de blocos. (Ferreira, 2020)

Figura 9 - Deformações asfálticas na orla de Ananindeua.

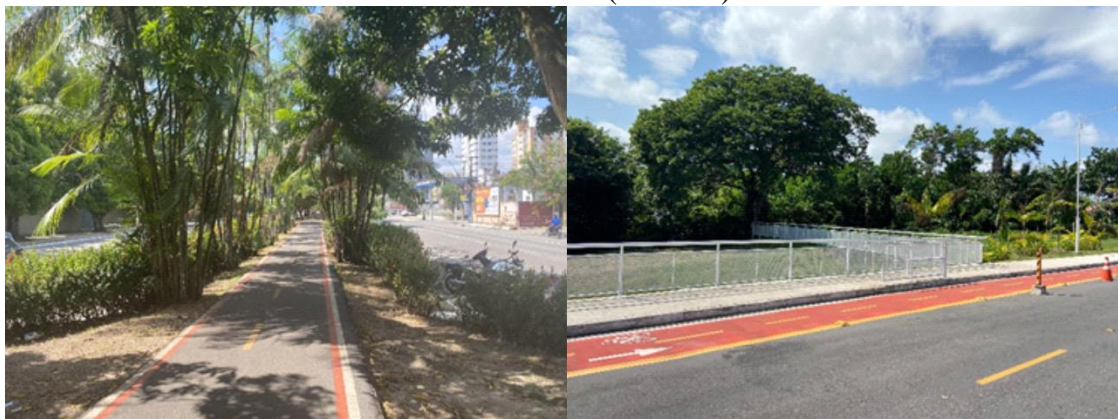


Fonte: Autores (2024)

Devido ao Parque do Utinga pertencer a um contexto de Unidade de Conservação ele possui diversas camadas de proteção ambiental conforme demonstra Souza (2020), a comparação pode se tornar equivocada, embora sugestiva. Avaliando a questão, outro setor do município de Belém foi analisado trata-se de uma área aberta semelhante, localizado na Avenida Duque de Caixas (Figura 10), onde há uma ciclovia, com cobertura de árvores, o que embora não permitam o total sombreamento do trecho é capaz de promover mais conforto térmico (Quadro 1) do que a área descoberta pela vegetação, mais adiante no (Quadro 2) será possível verificar a diferença de temperatura também na Orla de Ananindeua⁴.

⁴ Neste caso para que a análise não ficasse enviesada, optou por fazer a comparação de temperatura entre ciclovia/ciclofaixa e via e não entre locais (Belém e Ananindeua), favorecendo assim, uma análise micro local.

Figura 10 - Ciclovía da Av. Duque de Caxias – Belém (à esquerda) e ciclofaixa da Orla de Ananindeua (à direita).



Fonte: Autores (2024).

Quadro 1 – Comparação de temperaturas entre a ciclovía e a via da Av. Duque de Caxias, Belém-PA

Local e medições de temperatura				
Medição	Horário	Ciclovía (°C ± 1,5)	Via (°C ± 1,5)	Diferença de temperatura ($\Delta T = T_f - T_o$) (°C)
1	11:00	34,8	54,8	20
2	12:00	37,2	56,8	19,2
3	13:00	38,7	61,2	22,5
4	14:00	38,4	59,7	21,3
5	15:00	37,8	48,1	10,3
6	16:00	36,7	46,2	9,5

Fonte: Temperaturas coletadas e quadro elaborado pelos autores (2024).

No Quadro 1, podemos perceber que a diferença causada pela cobertura vegetal na ciclovía gera uma diferença média de 17,13 °C, de modo que apesar de não conseguir completar sua cobertura em muitos pontos, ainda assim contribui para o conforto térmico e para a qualidade de vida daqueles que precisam se deslocar nesse trajeto.

Quadro 2 – Comparação de Temperaturas entre a ciclovía e a via da Orla de Ananindeua-PA.

Local e medições de temperatura				
Medição	Horário	Ciclofaixa (°C ± 1,5)	Via (°C ± 1,5)	Diferença de temperatura ($\Delta T = T_f - T_o$) (°C)
1	11:00	53,4	54,7	1,3
2	12:00	52,8	53,8	1,0
3	13:00	53,2	54,4	1,2
4	14:00	53,1	55,1	2,0
5	15:00	46,9	47,8	0,9
6	16:00	42,8	45,2	2,4

Fonte: Temperaturas coletadas e quadro elaborado pelos autores (2024).

No Quadro 2, pode-se perceber que a diferença média de temperatura entre a ciclofaixa e a via destinada a automóveis é de 1,46 °C, o que torna o trajeto muito mais penoso e desgastante para ciclistas e até mesmo pessoas que caminham no local, com isso temos um menor conforto térmico e um convite menos chamativo para o uso desta orla no turno vespertino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante aos dados mensurados, é importante sinalizar a falta de arborização da Orla do município de Ananindeua, tornando-a quente no período matutino e mais ainda no vespertino, dificultando inclusive a presença de pessoas. Além disso, também se nota que houve aterramento da mata ciliar além dos estreitamentos das margens do Rio Maguari.

Embora a Orla de Ananindeua represente uma iniciativa louvável para promover o lazer, recreação na região e emancipação do município de Ananindeua que antes era visto somente como uma cidade dormitório, é crucial que sejam feitos esforços para corrigir suas deficiências e garantir que a preservação ambiental, qualidade de vida, e melhoria social e econômica da região sejam prioridade. Inspirar-se em exemplos bem-sucedidos, como o Parque do Utinga e a ciclovia da Av. Duque de Caxias, e implementar medidas para aumentar a arborização e a acessibilidade pode contribuir significativamente para tornar a orla de Ananindeua um espaço mais sustentável e inclusivo para todos.

Portanto, a falta de arborização, a escolha de asfalto como material de pavimentação, pouca cobertura vegetal e de árvores, a escolha de ciclofaixa ao invés de ciclovia coberta, o desmatamento da mata ciliar, a falta de monitoramento ou sua divulgação da qualidade e tratamento da água que banha essa primeira etapa de construção da Orla de Ananindeua são falhas significativas, mas remediáveis. A orla de Ananindeua deve ser projetada de forma a garantir que pessoas de todas as idades e habilidades possam desfrutar do ambiente, promovendo assim o bem-estar e a qualidade de vida da comunidade humana e natural.

REFERÊNCIAS

ANANIAS, D. S. et al. **Climatologia da estrutura vertical da atmosfera em novembro para Belém-PA**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 218–226, jun. 2010.

ANANINDEUA. **Termo de referência para contratação de serviços de urbanização da 1º etapa da orla do icuí, no município de Ananindeua-Pa**, 2022. Prefeitura Municipal de Ananindeua Secretaria Municipal de Saneamento e Infraestrutura – SESAN. 2022. Disponível em: https://www.ananindeua.pa.gov.br/midias/licitacoes/2586_2_anexo_ii_-_termo_de_referencia_-_urbanizacao_da_primeira_etapa_da_orla_do_icui.pdf. Acessado em 28 de julho de 2024

BASTOS, E. B. B. Diagnóstico do território da cidade: Ananindeua. In: **A contribuição da cultura para o desenvolvimento do território: um olhar de Ananindeua, na região metropolitana de Belém, Pará**. Dissertação de Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013, p. 27 – 35.

CASTRO, J. L. S. et al. **Mata ciliar: Importância e funcionamento**. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2017.

CONAMA nº 303/2002. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF.

COSTA, R. J. 2020. **Estudo Comparativo da Viabilidade Técnica entre Bloco Intertravado Drenante e Convencional para Pavimentação**. Centro Universitário Luterano de Palmas. Trabalho de Conclusão de Curso.

DRUMOND, S. N., Santiago, A. da F., Moreira, M., Lanna, M. C. da S., & Roeser, H. M. P.. (2018). **Identificação molecular de Escherichia coli diarreiogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto Rio Doce**. Engenharia Sanitária E Ambiental, 23(3), 579–590. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018165696>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ananindeua/Panorama**. Brasil: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/ananindeua/panorama>. Acessado em 28 de julho de 2024

INCA - INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2023. **Exposição solar**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-solar>>. Acessado em 01 de agosto de 2024

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo código florestal brasileiro**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acessado em 31 de julho de 2024

MACHADO, R. B. et al, 2019. **Código Florestal Brasileiro: aspectos jurídicos e socioambientais**. Editora Jurídica Brasileira.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2024. **Conferencia das Partes**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes.html>. Acessado em 31 de julho de 2024

OLIVEIRA, J. S., ESTEVAM, André Luiz Dantas. 2019. **“Ilhas de Calor no Bairro Cajazeiras: Estudo de Caso na Cidade de Salvador, Bahia – Brasil”**. Revista Geopauta, vol. 3, nº 3.

PARQUE DO UTINGA, 2024. **Galeria de Fotos**. Disponível em: <https://www.parquedoutinga.com.br>. Acessado em 03 de agosto de 2024.

PEREIRA, F. M. et.al. 2024. **“Análise da Qualidade da Água da Microbacia Hidrográfica do Rio Maguari-Açu, Ananindeua-PA”**. Revista Brasileira de Geografia Física, volume 17, n. 2, p. 856.

RIBEIRO, K. F. A. et al. **Efeito do sombreamento arbóreo na temperatura superficial e no fluxo de energia em diferentes coberturas urbanas em Cuiabá-MT**. Sociedade & Natureza, v. 30, n. 1, p. 183–204, jan. 2018.

RIZZETTI, D. M. et al. **Impactos ambientais na sub-bacia hidrográfica do rio soturno decorrentes do desmatamento da mata ciliar** environmental impacts in sub-basin river soturno from deforestation forest ciliary.

SILVA, A. R. et al. 2018. "**Importância das matas ciliares na conservação da biodiversidade aquática**". Revista Brasileira de Biologia, vol. 30, nº 2, pp. 112-125.

SOUZA, C. B. G. **Conflitos territoriais na gestão de parques urbanos na Amazônia: O caso do Parque Estadual do Utinga – Belém/PA** / Territorial conflicts in the management of urban parks in the Amazon: The case of Utinga State Park - Belém / PA. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 1377–1394, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-096. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6011>. Acesso em: 3 aug. 2024.

SOUSA, R. N. de. OSTERNO, Francisco Yuri Rios. ALBURQUERQUE, Gerson Luiz Apoliano. 2017 "**Influência da Pavimentação das Ruas na Temperatura da Cidade de Sobral**" Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia –(CONTECC) – 74ª Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia (SOEA).

VAL, A. L. e SANTOS, G. M. D. 2009. GRUPO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS AMAZÔNICOS (GEA). **Recursos pesqueiros: uma análise conjuntural: a ciência contemporânea e o conhecimento indígena: doenças tropicais: uma abordagem amazônica**. Manaus: INPA, 2009. 151 p. (Caderno de Debates, v.2) disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/954>. Acessado em 01 de agosto de 2024.

VIEIRA, P. M. et al. 2020. **Desafios e oportunidades para a implementação do Código Florestal Brasileiro**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 5, nº 1, pp. 45-58.


PERCEPÇÕES DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Francisco Altielis, Ronivaldo Balbino, Daviane de Lira, Rillary Pedreira, Francisca de Maria, Francisco Edson.

Resumo: A arborização urbana é de extrema importância para as cidades, oferecendo uma vasta gama de benefícios, as árvores ajudam a regular a temperatura ambiente, proporcionando sombra e reduzindo o efeito de "ilha de calor" comum em áreas urbanas. A presente pesquisa avaliou a percepção de alunos do 1º ano do ensino médio, de uma escola pública no município de Capitão Poço - Pa, em três turmas (A, B e C), sobre a importância da arborização urbana, educação ambiental e meio ambiente. Foram aplicados dois questionários, onde o primeiro foi um questionário teórico conceitual para avaliar o conhecimento precedente dos alunos e o segundo aplicado após a realização de cinco intervenções didáticas sobre biodiversidade, espécies nativas, espécies exóticas, períodos de frutificação e noções básicas de arborização. Esses questionários foram aplicados a fim de investigar a percepção dos alunos sobre os termos "educação ambiental" e "meio ambiente". Os resultados obtidos permitiram observar que a percepção dos alunos ainda privilegia uma tendência tradicional. No entanto, após as intervenções didáticas, foi observado um aumento significativo no interesse dos alunos pelo tema.

Palavras-chave: Arborização. Espaço urbano. Educação ambiental.

L. A. F Magalhães. Professor mestrando da EEEFM Oswaldo Cruz, Ciências Humanas Geografia, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil, e-mail: altielislima19@gmail.com

R. B. Farias (). Professor mestrando da EEEFM Oswaldo Cruz, Ciências da Natureza Biologia, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil

D. L. Teixeira (). Estudante da EEEFM Oswaldo Cruz, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil.

R. N. Pedreiras (). Estudante da EEEFM Oswaldo Cruz, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil.

F. M. M. Rodrigues (). Gestora da EEEFM Oswaldo Cruz, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil

F. E. D. Sousa (). Estudante da EEEFM Oswaldo Cruz, DRE 17, Capitão Poço-Pa, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

As áreas verdes urbanas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento sustentável das cidades e na qualidade de vida de seus habitantes. Compreendem parques, jardins, praças, canteiros, e outros espaços vegetados que se integram ao tecido urbano, oferecendo uma variedade de benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Essas áreas são vitais para a manutenção da biodiversidade, servindo como habitat para diversas espécies de flora e fauna que, de outra forma, seriam excluídas do ambiente urbano. “As árvores, os arbustos e outras plantas menores e no seu conjunto constituem elementos da estrutura urbana. Caracterizam os espaços da cidade por suas formas, cores e modo de agrupamento; são elementos de composição e de desenho urbano ao contribuir para organizar, definir e até delimitar esses espaços”. (Mascaró, 2005, p.13 apud Cabral, 2013, p. 3).

A percepção da arborização urbana pela sociedade está correlacionada a vários aspectos, do ponto de vista psicológico, social e ecológico, pois o entendimento pela população em termos de satisfação ou insatisfação com as questões ambientais estão relacionadas com qualidade de vida e bem estar social (Oliveira, 2005).

A vegetação presente nas áreas verdes contribui significativamente para a melhoria da qualidade do ar. As plantas absorvem dióxido de carbono e outros poluentes, liberando oxigênio por meio da fotossíntese. Esse processo é imprescindível para combater a poluição atmosférica e mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Além disso, a vegetação ajuda a regular a temperatura local, fornecendo sombra e umidificando o ar, o que resulta em um ambiente mais fresco e confortável, especialmente em regiões densamente urbanizadas.

Contudo, devido à crescente urbanização, houve diversas alterações no sistema natural, como a impermeabilização do solo por meio da pavimentação. A substituição de superfícies naturais por asfalto e concreto impede a infiltração da água da chuva no solo, aumentando o risco de enchentes e diminuindo a recarga dos aquíferos. Essa impermeabilização também contribui para o aumento das temperaturas urbanas, exacerbando o efeito de ilha de calor. No entanto, pode-se buscar tornar o ambiente urbano agradável e compatível com o ambiente natural, proporcionando uma melhor qualidade de vida aos cidadãos (RGE, 2000).

Sobre isso, pode-se acrescentar a determinação da Constituição Federal, que defende o bem estar da população e propõem a proteção ao meio ambiente:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Incumbe ainda ao Município definir “espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção. (art. 225, § 1º, inc. III, da CF apud Cabral, 2013, p.7).

Para Trigueiro (2003), fica claro que administrações municipais apresentam prioridade para a realização de ações de Educação Ambiental, mediante estudos prévios das relações das comunidades com a natureza na cidade, com o intuito de possíveis melhorias em seus programas de gestão arbórea. A partir de diagnósticos de percepção ambiental, torna-se possível propiciar processos para a aproximação das relações dos

cidadãos com a arborização urbana sob uma perspectiva muito mais dinâmica e participativa.

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a percepção ambiental dos alunos do 1º ano do ensino médio relativa às questões de arborização urbana sob o viés da Educação Ambiental. Especificamente, almejou-se comparar a percepção de alunos de três turmas de ensino, sobre a importância da arborização urbana. As áreas verdes urbanas proporcionam inúmeros benefícios para a sociedade, tanto no aspecto ambiental quanto social e econômico. Conhecer e promover projetos voltados para a criação e manutenção dessas áreas é essencial para maximizar esses benefícios. Além disso, é importante explorar as possíveis relações entre diferentes concepções de meio ambiente, arborização nativa e exótica e educação ambiental (EA), antes e após intervenções didáticas, a fim de contribuir na construção de uma educação capaz de transformar cidadãos conscientes e críticos com essas questões.

DESENVOLVIMENTO

A arborização urbana e a educação ambiental são temas interligados que oferecem uma base teórica rica e multifacetada para a promoção de um ambiente urbano sustentável e para a formação de cidadãos conscientes. Ao abordar a educação ambiental no contexto da arborização urbana, é possível destacar a importância de práticas educativas que fomentem a conscientização e a participação ativa da população na preservação e ampliação das áreas verdes nas cidades. Assim esta pesquisa configurou-se como qualitativo-descritiva, utilizando-se da coleta de dados por meio de questionários estruturados.

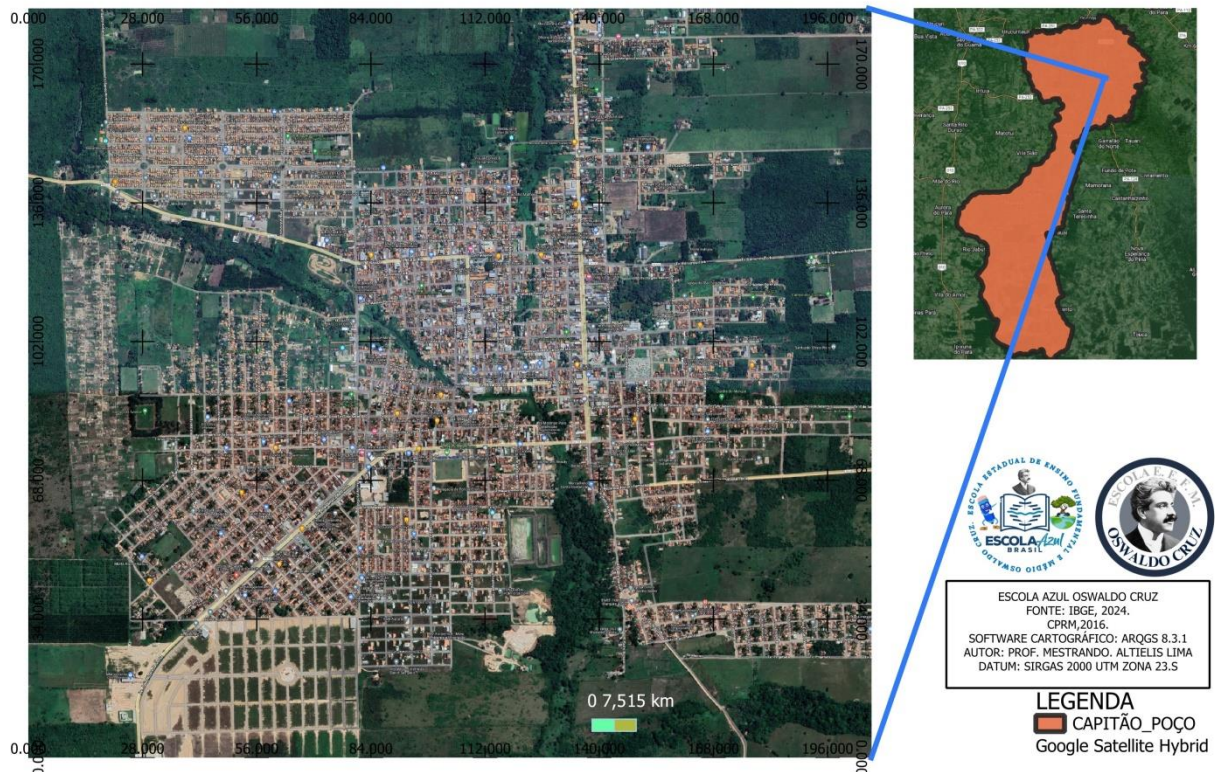
O primeiro questionário definido como teórico conceitual teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos alunos. Foram realizados os seguintes questionamentos: Conhecimento sobre arborização urbana, vantagens e desvantagens apresentadas pela arborização, encaminhamento de necessidades a órgãos públicos e privados para aproximação dos alunos juntos aos órgãos competentes; forma de colaboração por parte dos alunos, na manutenção e melhoria da arborização e indicação de espécies que estes desejariam que fossem implantadas.

A segunda parte que foi a aplicação do outro questionário aplicado após a realização de cinco intervenções didáticas sobre temas específicos relacionados à ciência da arborização urbana como: espécies vegetais plantadas em “centros” urbanos, destinação de resíduos da poda e retirada de árvores, informações básicas sobre legislação pertinente a área da arborização urbana, tempo de floração das espécies arbóreas utilizadas nas vias e logradouros públicos assim como o tempo de frutificação, como também, estudos relacionados à Educação Ambiental de forma norteadora no método de sensibilização e motivação ao processo de conscientização da importância, valorização e manutenção da arborização pública nos espaços urbanos.

A metodologia empregada para a realização da pesquisa fundamentou-se em dois questionários contendo questões objetivas e questões do tipo aberta (de opinião própria), baseados nos questionários aplicados por Malavasi e Malavasi (2001) e BRUN et al. (2007), com três turmas do 1º ano do ensino médio (A, B e C), no município de Capitão Poço-PA, no período de Abril de 2024 a Maio de 2024. A produção de mapa para demonstrar a localidade da cidade no município foi realizada pelo professor Mestrando Francisco Altielis Lima Magalhães. Veja abaixo no Mapa 1, o mapa de localização da área urbana do município de Capitão Poço-Pa.

Mapa 1. Área urbana do município de Capitão Poço-Pa.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO - PA



Fonte: L. A. F. Magalhaes, 2024.

Descrições das turmas

O Quadro 1 apresenta a identificação das turmas nas quais foram realizadas a pesquisa, o nível de ensino médio, o tipo da instituição e o número de alunos envolvidos.

QUADRO 1 Descrições das turmas

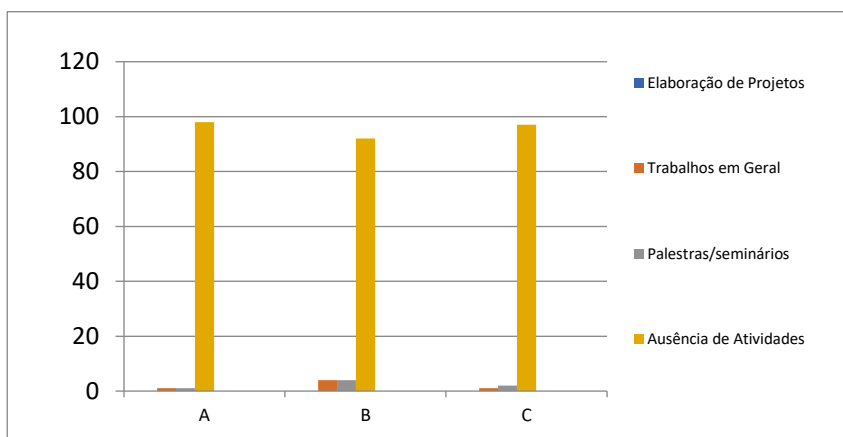
Instituição	Nível Educacional	Tipo de Instituição	Número de Alunos Avaliados
A	Ensino Médio	Estadual	35
B	Ensino Médio	Estadual	35
C	Ensino Médio	Estadual	34
Total:			104

Fonte: L. A. F. Magalhaes, 2024.

A primeira etapa da pesquisa foi realizada com a aplicação de um questionário teórico conceitual, a fim de observar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as seguintes temáticas: arborização urbana e EA. A primeira pergunta buscou saber se nas

instituições pesquisadas já havia sido desenvolvido algum tipo de projeto ou trabalho relacionado aos temas. Em todas as turmas, 100% dos alunos responderam que não existiu nenhum projeto implantado até o momento. Veja a **figura 1** abaixo:

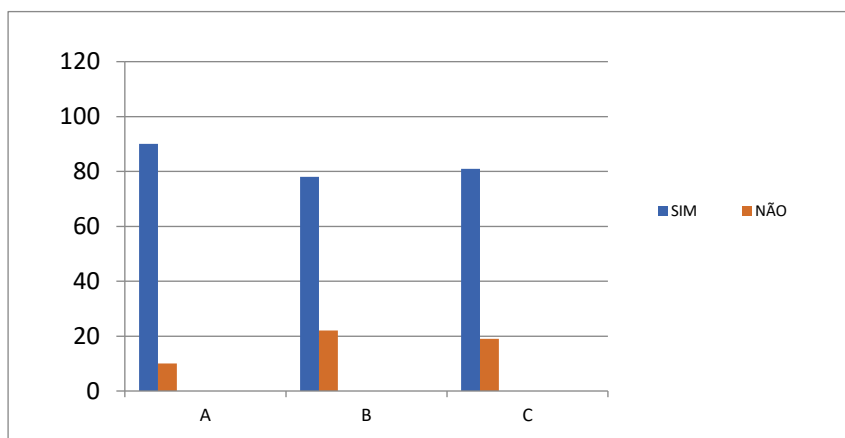
Figura 1 – Resultado do questionário.



Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

Esse resultado mostrou que EA relacionada a temas da arborização urbana não foi trabalhada nas séries anteriores dos alunos do 1º ano do ensino médio (turmas A, B e C), mesmo com a existência dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) desenvolvidos pelo MEC. A segunda pergunta associada à primeira envolveu quatro opções sobre a existência de projetos, palestras, trabalhos ou seminários sobre arborização pública e Educação Ambiental nas instituições. É realmente preocupante quando questões importantes como a arborização urbana não são abordadas na educação dos alunos. A arborização urbana não apenas contribui para o embelezamento das cidades, mas também desempenha um papel fundamental na qualidade de vida, na saúde ambiental e até mesmo no bem-estar psicológico das pessoas. Seria muito positivo se mais escolas incluíssem esse tema no currículo, proporcionando aos alunos não apenas conhecimento teórico, mas também experiências práticas que promovam a conscientização e ações concretas para cuidar do meio ambiente.

Figura 2 - Respostas dos alunos entrevistados sobre a importância das instituições de ensino desenvolverem projetos relacionados à arborização urbana e educação ambiental.

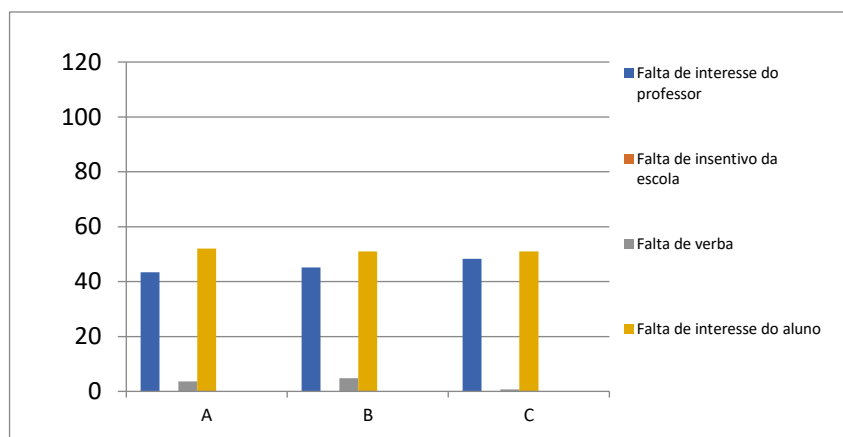


Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

A terceira questão buscou saber se nas turmas existiu algum professor de ciência, geografia, ou áreas afins, que já esteve envolvido com algum projeto sobre a temática nas séries anteriores dos alunos. Nas instituições de ensino médio ((turmas A, B e C)), de 78% a 90% dos alunos relataram que nunca tiveram professores que ministraram aulas sobre arborização urbana como mostra a figura 2. Na Ao discutir a importância das árvores nas cidades, os alunos aprendem sobre os benefícios ambientais, como purificação do ar, redução do calor urbano, conservação da água e habitat para a vida selvagem, um tema que não pode passar despercebido pelos discentes.

A questão cinco buscou saber quais as principais dificuldades que os educandos deparam para que sejam desenvolvidos projetos ou trabalhos ambientais com abordagem de fatos reais em instituições que possam ser úteis à sociedade como um todo. Foram apresentadas quatro alternativas, nas quais os alunos poderiam responder mais de uma opção, sendo elas: a) falta de interesse por parte dos professores; b) falta de verba escolar; c) falta de incentivo por parte da instituição (coordenadores e diretores) e d) falta de interesse por parte dos alunos. A Figura 3 apresenta os resultados encontrados.

Figura 3 - Dificuldades encontradas pelos alunos entrevistados para o desenvolvimento de projetos ou trabalhos ambientais.



Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

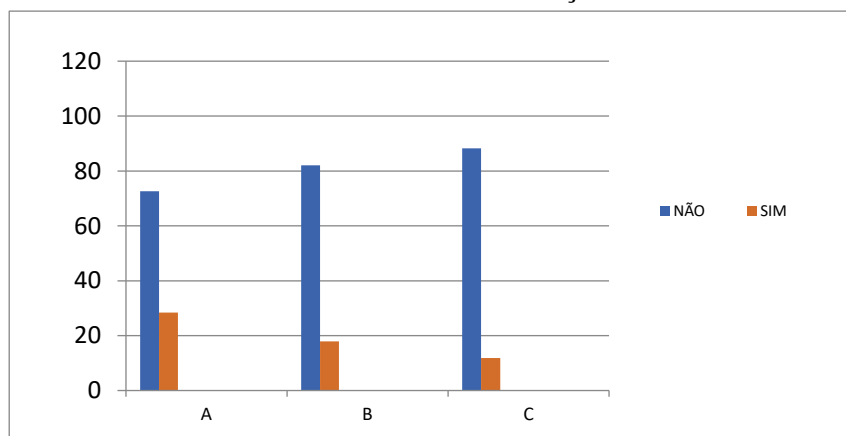
Comparando-se as três turmas do ensino médio (A,B e C), as principais respostas dos alunos foram: falta de interesse dos aluno (43,4%, 45,2% e 48,3% respectivamente) e falta de interesse do professor (52,2%, 51% e 51%, respectivamente). As três turmas relataram que não é falta de verba das escolas de acordo com a figura 3. O resultado foi negativo pois mostra que a falta de interesse dos docentes ainda prevalece segundo os alunos. A arborização urbana pode ser um tema interdisciplinar, integrando ciências naturais, geografia, matemática (por exemplo, cálculos de sombreamento e eficiência energética), literatura (poesia sobre natureza) e até mesmo artes visuais (desenho de paisagens urbanas). Contudo a falta de interesse dos alunos também é um fator que vem preocupando a rede pública de ensino.

A questão de número seis buscou correlacionar o assunto arborização urbana com o espaço escolar. Neste questionamento foi avaliada a existência ou não de áreas verdes e ou outros espaços adequados que poderiam ser utilizados para trabalhos e aulas práticas relacionadas às temáticas trabalhadas. 100% dos alunos da instituição responderam que não existem em suas instituições de ensino espaços adequados para a

prática e desenvolvimento de projetos que atinjam os conceitos de arborização e educação ambiental de modo correlacionados. A escola se encontra em um anexo, porém sem áreas arborizadas e impermeabilizadas por cimento.

Para confirmar o resultado acima, a questão sete avaliou se a instituição realiza trabalhos de campo, para que os alunos possam ter conhecimento sobre o bioma onde estão inseridos e sucessivamente sobre a arborização urbana. Os resultados foram variados, veja a figura 4, abaixo.

Figura 4 - Existência e Práticas de trabalhos de campo envolvendo educação ambiental nas instituições.



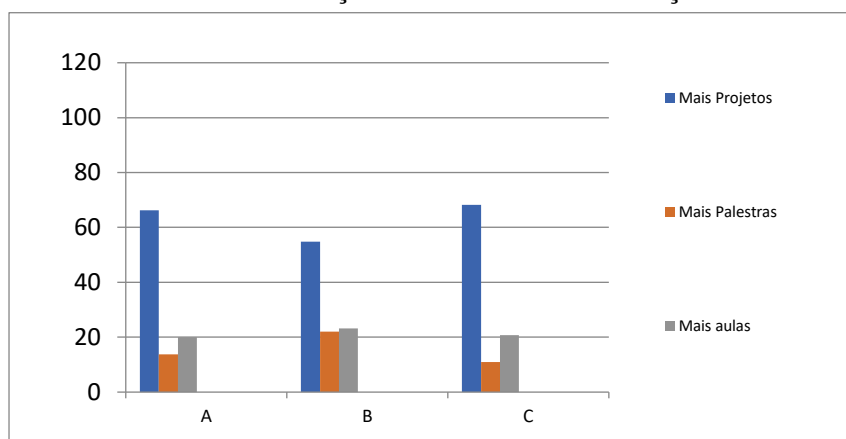
Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

O resultado mostra que as turmas destacaram entre 72,6 % a 88, 2% respectivamente que não tiveram aula de campo nas séries anteriores de ensino, um fator que preocupa o meio de ensino, pois as aulas de campo são uma ferramenta pedagógica valiosa e apresentam uma série de vantagens que vão além da sala de aula tradicional, oferecem experiências práticas que reforçam o aprendizado teórico. Estudantes podem ver, tocar e explorar conceitos em um ambiente real, o que facilita a compreensão e a retenção do conhecimento.

A questão oito foi aberta e discursiva, e teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre arborização urbana. As respostas foram variadas, indicando que, existem dificuldades por parte dos alunos em construir conceitos corretos, conforme os padrões bibliográficos, uma vez que a maioria das respostas foi inadequada e muitos deixaram em branco.

A última pergunta do questionário pré-conceitual (questão 09) foi de múltipla escolha, foi analisado as atividades de maior interesse pelos alunos sobre arborização pública e educação ambiental. Foram oferecidas três alternativas: aumentar o número de projetos (item a); sistematizar palestras (item b); aumentar a interdisciplinaridade nas aulas relacionando os assuntos dessa temática e trabalhos de campo (item c). Resultado na figura (Figura 5). Os resultados mostraram que a maioria dos alunos deseja que ocorram nas instituições de ensino projetos e aulas interdisciplinares que envolvam as temáticas de arborização urbana, meio ambiente e educação ambiental, quando as aulas de campo são realizadas em ambientes naturais, elas ajudam a desenvolver uma consciência ambiental nos alunos. Eles aprendem sobre ecossistemas, biodiversidade e a importância da conservação diretamente no campo.

Figura 5 - Avaliação das atividades motivadoras de interesse pelos alunos por projetos de Educação Ambiental e Arborização Urbana.



Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

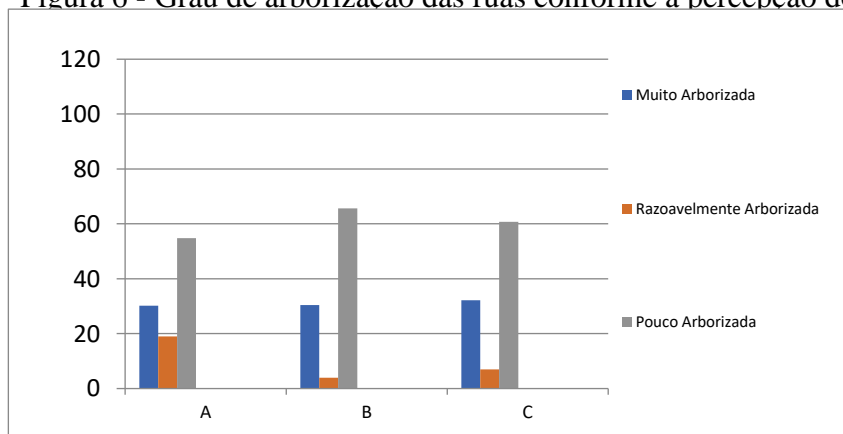
Os resultados da pesquisa mostraram que a maioria dos alunos deseja que ocorram nas instituições de ensino projetos e aulas interdisciplinares que envolvam as temáticas de arborização urbana, meio ambiente e educação ambiental, mudando o cenário de só aulas teóricas. Estar ao ar livre e em movimento é benéfico para a saúde física e mental dos alunos. Aulas de campo e projetos oferecem uma pausa saudável da rotina sedentária da sala de aula.

Avaliação da percepção dos educandos após intercessões didáticas

Após os resultados obtidos no questionário teórico conceitual, cinco intervenções didáticas, foram realizadas nas quais foram abordados os seguintes assuntos: (a) Arborização Urbana, (b) Espécies vegetais comumente utilizadas e encontradas em vias públicas, (c) Legislação básica pertinente à área da arborização urbana, (d) Bioma e as peculiaridades, tempo de floração assim como tempo de frutificação, (e) básico sobre Educação Ambiental. Após questionário é analisado o grau de interesse e concepção dos estudantes sobre os temas trabalhados nas intervenções didáticas.

A primeira questão se referiu a avaliar como os educandos classificariam a arborização de seu bairro, sendo oferecidas três opções: a) muito arborizada; b) razoavelmente arborizada e c) pouco arborizada. Veja a Figura 6, abaixo:

Figura 6 - Grau de arborização das ruas conforme a percepção dos alunos

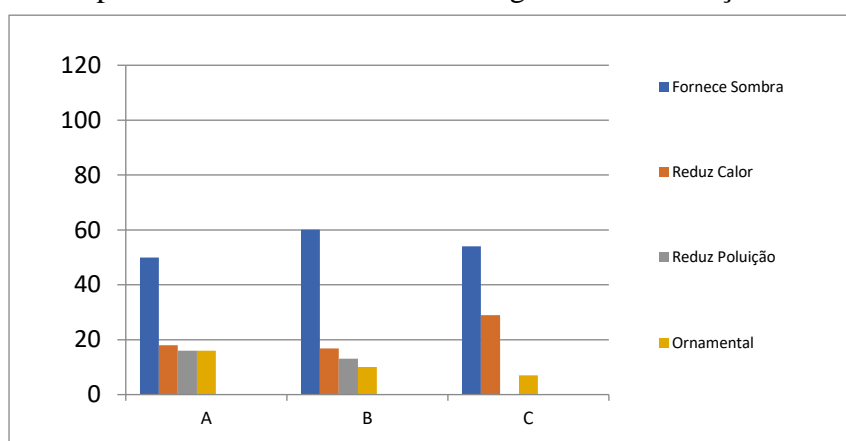


Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024

Respectivamente 30,2% a 32,2% entre as três turmas dos alunos responderam que as localidades são muito arborizada e cerca de 54,8% a 65,6% responderam que é pouco arborizado. É observado um fator negativo nessa área urbana com a falta de arborização segundo os alunos. O crescimento desordenado dos centros urbanos gerou uma condição de artificialidade em relação às áreas verdes naturais e com isso vários prejuízos à qualidade de vida dos habitantes. Porém, parte desses prejuízos pode ser evitada pela legislação e controle das atividades urbanas e outra parte amenizada pelo planejamento urbano, ampliando-se qualitativa e quantitativamente a arborização de ruas e as áreas verdes. (Milano, 1987 apud Ribeiro, 2009). Conforme Emer *et al.* (2011), uma arborização adequada promove o enriquecimento da paisagem e deve explorar de forma harmoniosa todos os elementos do paisagismo, priorizando a utilização de espécies do bioma local, que proporciona uma maior identidade à arborização das cidades.

A segunda questão buscou avaliar a opinião dos estudantes sobre os benefícios da arborização no seu bairro (Figura 7).

Figura 7 - Opinião dos alunos sobre as vantagens da arborização urbana no bairro.



Fonte: L.A.F.MAGALHAES, 2024

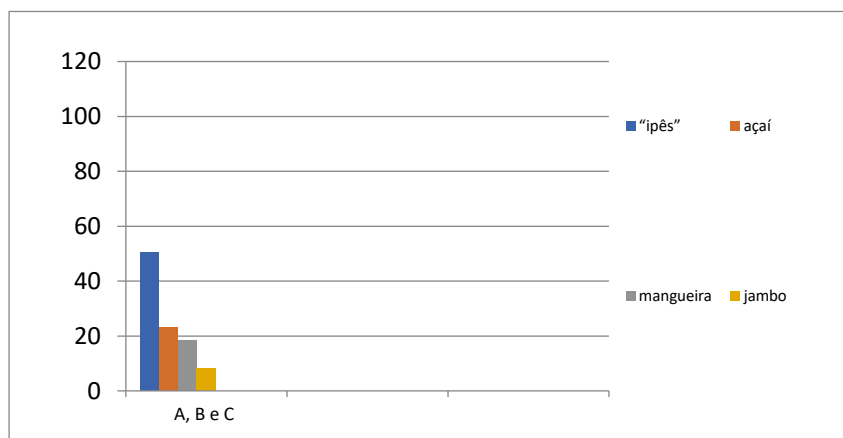
A figura 7 mostra que os discentes tiveram maior opção na questão em que a arborização fornece sombra (50% a 60,1%) e reduz o calor e cerca de 16,8% a 29% opinaram. As árvores fornecem sombra, que pode reduzir significativamente a temperatura do solo e das superfícies pavimentadas. Isso ajuda a diminuir a temperatura ambiente imediata ao redor das áreas sombreadas. Áreas urbanas geralmente são mais quentes do que áreas rurais devido à grande quantidade de concreto, asfalto e outros materiais que retêm calor, criando "ilhas de calor". A arborização pode ajudar a contrabalançar esse efeito, reduzindo as temperaturas em áreas urbanas. As árvores representam um elemento essencial para promover uma adequação ambiental quanto às exigências de conforto térmico. A vegetação é de fundamental importância para melhoria da qualidade de vida, pois tem função na melhoria e estabilidade microclimática, devido à redução das amplitudes térmicas, ampliação das taxas de transpiração, redução da insolação direta, dentre outros benefícios (Milano; Dalcin, 2000).

Na questão três buscou-se alcançar do discente informações acerca de prováveis problemas provenientes da arborização urbana, para isto foi perguntado: caso ele encontre algum problema proveniente da arborização (plantio, podas, cortes entre outros) do bairro ou até mesmo da rua, a quem ele encaminharia suas reclamações? Opções para resposta: a) prefeitura municipal; b) companhias responsáveis pela poda e

c) secretaria do meio ambiente. As três turmas do ensino médio A, B e C, 93,9% responderam que reclamariam para a prefeitura municipal, 4,7% para as companhias administradoras responsáveis e 1,4% para a secretaria do meio ambiente

A quarta questão analisou as escolhas pelos estudantes acerca das espécies de suas preferências, sendo uma questão de múltipla escolha e os educandos puderam optar quais espécies de sua preferência poderia ser plantada na sua rua ou no seu bairro de acordo com as análises técnicas do solo mostradas na figura 08, a maioria dos alunos marcou a opção “ipês” *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC) Sandi, *Tabebuia rosea* (Bert.) Dc, *Tabebuia vellosi* Toledo, *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson e *Tabebuia indica* L (50,4%). Segundo os alunos, os ipês são frequentemente utilizados na arborização urbana devido à sua resistência e beleza. Eles ajudam a reduzir o calor urbano, melhorar a qualidade do ar e proporcionar sombra, tornando as cidades mais habitáveis e agradáveis. A segunda, terceira e quarta espécies mais selecionadas foram o açaí (*Euterpe oleracea*) (23%), à mangueira *Mangifera indica* L (18,3%) e o jambo *Syzygium malaccense* (L). Merr. & L.M. Perry (8,3%).

Figura 8 - Valores percentuais das espécies selecionadas pelos alunos



Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024.

Os ipês são frequentemente utilizados na arborização urbana devido à sua resistência e beleza. Eles ajudam a reduzir o calor urbano, melhorar a qualidade do ar e proporcionar sombra, tornando as cidades mais habitáveis e agradáveis. Discutir a importância da preservação das espécies de ipês e das florestas onde eles crescem pode sensibilizar os alunos sobre a conservação da biodiversidade e as práticas sustentáveis.

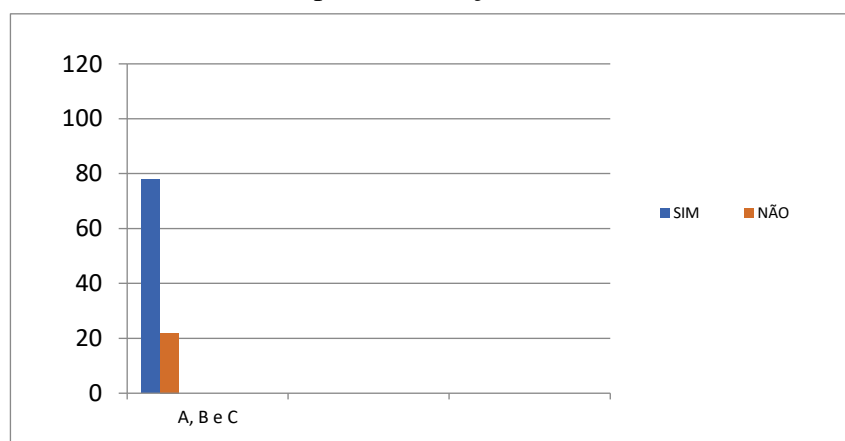
A palmeira de açaí contribui para a biodiversidade urbana, oferecendo habitat e alimento para diversas espécies de aves, insetos e pequenos mamíferos. As folhas e frutos caídos da palmeira de açaí podem se decompor e enriquecer o solo com nutrientes, melhorando a saúde do solo urbano. Plantar palmeiras de açaí nas cidades pode servir como uma ferramenta educacional, ensinando os cidadãos sobre a importância das árvores, a conservação da biodiversidade e os benefícios das práticas sustentáveis. A diversidade de espécies arbóreas, incluindo palmeiras de açaí, pode aumentar a resiliência das cidades às mudanças climáticas, melhorando a capacidade de recuperação de eventos climáticos extremos.

Um projeto de arborização urbana é de extrema importância neste meio urbano, onde se define as características de determinadas espécies a serem plantadas, como altura, raízes, época de plantio, manejo e implantação. (Rodrigues, 2010, p. 48). Segundo Sanchotene (1994), a presença de arbustos e árvores no ambiente urbano tende

a melhorar o micro clima através da diminuição da amplitude térmica, principalmente por meio da elevada transpiração, da interferência na velocidade e direção dos ventos, sombreamento, embelezamento das cidades, diminuição das poluições atmosférica, sonora e visual e contribuição para a melhoria física e mental do ser humano na cidade.

A quinta pergunta realizada também no questionário teórico conceitual buscou constatar se os estudantes compreenderam os conceitos abordados. Teve como foco avaliar o conhecimento sobre arborização urbana pública. Neste questionário, diferentemente do primeiro, nenhum aluno deixou em branco e o índice de respostas correto foi superior a 78%, em todas as turmas (Figura 9).

Figura 9 - Percentual de alunos que responderam corretamente sobre arborização urbana após intervenções didáticas.



Fonte:L.A.F.MAGALHAES, 2024.

A arborização colabora de forma significativa para a melhoria do conforto urbano. É elemento de contemplação, fornecedora de flores e frutos atrativos, e centro de configuração paisagística, como ponto de referência para orientação e identificação, possibilitando a proximidade e convivência do homem com a natureza no espaço construído (Porto; Brasil, 2013).

Convivendo em meio à vida dinâmica da cidade, as árvores assumem um papel importante e pouco percebido, como fonte geradora de alimento para várias espécies de animais (Brun *et al.*, 2007), fornecendo abrigo a estes e lhes proporcionando um ambiente favorável à sua reprodução, bem como aumentando a variedade de espécies e consequentemente influenciando positivamente para um maior equilíbrio das cadeias alimentares (IBAMA, 2008). Em resumo, a arborização urbana é vital para criar cidades mais sustentáveis, saudáveis e resilientes, oferecendo uma ampla gama de benefícios ambientais, sociais e econômicos. Promover e investir na arborização é uma estratégia essencial para melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de repensar o ensino de ciências nos níveis médio é urgente, especialmente quando consideramos a inclusão da arborização urbana (AU) dentro da educação ambiental (EA). Vivemos em um período crítico, marcado por desafios ambientais que exigem uma formação mais robusta e integrada dos estudantes. No entanto, o currículo atual muitas vezes falha em abordar de maneira significativa a conexão entre ciência, meio ambiente e vida urbana.

A inexistência de projetos relacionados ao eixo temático transversal na educação, especialmente na rede pública, muitas vezes resulta da deficiência de conhecimento por parte do corpo docente. Muitos professores não recebem formação adequada em temas transversais como educação ambiental, sustentabilidade e cidadania global. Essa lacuna impede a implementação de projetos integrados que poderiam enriquecer o aprendizado e preparar melhor os alunos para enfrentar os desafios contemporâneos. A capacitação contínua dos professores é fundamental para superar essa barreira, permitindo-lhes desenvolver e aplicar currículos que abordem de maneira eficaz os temas transversais essenciais para a formação integral dos estudantes.

O conhecimento científico dos docentes licenciados tem se mostrado insuficiente para atingir as metas propostas pelo MEC. A formação atual muitas vezes não prepara os professores para integrar efetivamente teoria e prática no ensino-aprendizado. Isso resulta em trabalhos pedagógicos pouco eficazes e desconexos das realidades e necessidades dos alunos. Mesmo enfrentando diversas dificuldades durante a realização do projeto, os alunos mostraram grande curiosidade sobre as temáticas abordadas. Isso demonstra que é possível trabalhar a arborização urbana (AU) dentro das perspectivas da educação ambiental (EA).

Após as cinco intervenções didáticas fica evidenciado que realmente a temática abordada com os alunos tanto no ensino médio. Conclui-se que, repensar o ensino de ciências para incluir a arborização urbana dentro da educação ambiental é uma necessidade premente. Esta mudança pode não apenas enriquecer o currículo escolar, mas também equipar os alunos com o conhecimento e as habilidades necessárias para contribuir de maneira eficaz para a sustentabilidade urbana. Ao fazer isso, preparamos uma geração mais consciente, capaz de tomar decisões informadas e sustentáveis para o futuro de nossas cidades.

AGRADECIMENTOS.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus aos alunos monitores do trabalho (Edson, Daviane e Rillary), pelo esforço e dedicação nas aulas e apoio e valiosas contribuições ao longo deste processo. A escola Azul Brasil Oswaldo Cruz por ter alunos e profissionais dedicados ao trabalho da sustentabilidade e meio ambiente. A gestora France Rodrigues por todo apoio e dedicação com as ações realizadas com os alunos e ao professor Ronivaldo que sempre está participando nos apoiando nos trabalhos científicos.

Agradeço também aos meus colegas de classe/coautores pela colaboração, troca de ideias e apoio mútuo durante o desenvolvimento deste projeto. Suas contribuições foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

Agradeço a todos os professores e funcionários em geral da Escola Oswaldo Cruz pelo empenho e dedicação.

Agradeço às instituições ou organizações que forneceram recursos ou suporte para a realização deste trabalho. A toda a coordenação do Maré de Ciências (UNIFESP) Sua generosidade foi fundamental para o incentivo das pesquisas. Aos meus amigos e familiares pelo apoio incondicional, encorajamento e compreensão ao longo deste caminho acadêmico. Seu apoio emocional foi fundamental para manter minha motivação e determinação. A toda a equipe Reconecta Soluções Educacionais pelo trabalho desenvolvido nas realizações dos eventos.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão a todas as fontes de inspiração, autores, pesquisadores e acadêmicos ,cujo, trabalho contribuiu para o embasamento teórico e metodológico deste estudo.

REFERÊNCIAS

BRUN, F. G. K; LINK, D.; BRUN, E. J. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 117-127, 2007.

CABRAL, Ivo **Decurcio**. **Arborização Urbana: problemas e benefícios**. 2013. Disponível em . Acesso em 10 Maio de 2024.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente). **Arborização**. 2008. Disponível em:Acesso em: 15 de Junho de 2024.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Avaliação da Arborização Urbana pelos residentes: um estudo de caso em Marechal Cândido Rondon/PR. **Revista Ciência Florestal**, 11(1):p.189-193, 2001.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226 p.

MILANO, M. S. **O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba, PR**. Floresta, 1987. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/download/6381/4578> >. Acesso em 08 de Junho de 2024.

OLIVEIRA, E. Z. Percepção ambiental x arborização urbana. **In: Associação de RPPNs do Mato Grosso do Sul**, 2005.

PORTO, L. P. M.; BRASIL, H. M. S. (Organizadores). **Manual De Orientação Técnica Da Arborização Urbana De Belém**: guia para planejamento, implantação e manutenção da arborização em logradouros públicos. Belém,

RIBEIRO, Flávia Alice Borges Soares Ribeiro. **Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população**. Revista da Católica, v. 1, n. 1, p. 224-237, Uberlândia, 2009. Disponível em http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosv1n1/20_Arborizacao_urbana.pdf >. Acesso em 08 de Junho de 2024.

RODRIGUES, Tânia Donizetti. Et all. Concepções sobre arborização urbana de moradores em três áreas de Pires do Rio – GO. REA – **Revista de Estudos Ambientais (online)**. V. 12, nº 2, p. 47-67, jul./dez./ 2010. Acesso em : 10 de Junho 2024.

RGE (Rio Grande Energia). **Manual de Arborização e Poda**. 2000. Disponível em < http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/arborizacao_e_poda/introducao.asp >. Acesso em Acesso em 10 Maio de 2024.

SANCHOTENE, M.C.C. Desenvolvimento e Perspectivas da Arborização Urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luis, MA; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, V, 1994, São Luiz, MA, **Anais...** São Luis: Universidade Estadual do Maranhão, 1994. p.16.


TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento.** Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

USO DE SIG E SENSORIAMENTO REMOTO NA GESTÃO DE MALHA FERROVIÁRIA: *UM ESTUDO DE CASO DA VLI*

Letícia Lanna da Silva, Cristiana Carneiro de Souza

Resumo: O uso de geotecnologias, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), é essencial para a gestão eficiente de malhas ferroviárias. Este estudo destaca os benefícios dessas tecnologias, como a melhoria da eficiência operacional, segurança e conformidade regulatória. A metodologia incluiu a criação de plataformas geoespaciais que consolidam dados de diversas fontes, permitindo uma análise integrada. Os resultados mostraram economias significativas de recursos, otimização de rotas e aumento da segurança operacional. A discussão reforça a importância das geotecnologias na tomada de decisões estratégicas e na transparência das práticas de ESG. Conclui-se que a adoção dessas tecnologias é crucial para promover operações ferroviárias mais seguras, eficientes e sustentáveis, fortalecendo a governança e a responsabilidade social no setor logístico.

Palavras-chave: Geotecnologias. Sistemas de informação geográfica. Sustentabilidade. Segurança ferroviária. Logística.

L. L. D. Silva (). VLI Logística. Belo Horizonte, MG, Brasil.
e-mail: leticia.lsilva@vli-logistica.com.br.

C. C. D. Souza (). VLI Logística. Belo Horizonte, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

A gestão de grandes infraestruturas de transporte é uma tarefa complexa que exige um controle rigoroso de dados espaciais e ambientais, planejamento estratégico, e a integração de tecnologias avançadas. A VLI, uma das principais operadoras logísticas do Brasil, gerencia uma das maiores malhas ferroviárias do país, que se estende por aproximadamente 8 mil quilômetros e atravessa mais de 10 estados, além de integrar uma rede nacional de portos e terminais, e conectar-se com outras ferrovias. Esta vasta infraestrutura tem papel crucial na logística de transporte de cargas em todo o Brasil, sendo responsável pela movimentação de produtos como minérios, grãos, fertilizantes, combustíveis e produtos siderúrgicos. No entanto, essa operação em larga escala enfrenta desafios significativos relacionados à eficiência operacional, segurança, gestão ambiental e conformidade com exigências regulamentares.

O transporte ferroviário, especialmente em grandes malhas como a da VLI, envolve a interseção de diversos fatores: a realidade do entorno, o estado físico das vias férreas e da faixa de domínio, a segurança no transporte de produtos perigosos, a preservação ambiental nas áreas adjacentes e o cumprimento de regulamentações ambientais e de segurança. Dada a magnitude e a complexidade dessas operações, é fundamental contar com ferramentas que permitam uma gestão integrada e eficiente de informações espaciais e não espaciais. Nesse cenário, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o sensoriamento remoto, a cartografia digital e o uso de dados geoespaciais emergem como tecnologias indispensáveis.

O uso de geotecnologias permitiu à VLI integrar dados de diversas fontes e formatos, como sensores de monitoramento, imagens de satélite, Modelos Digitais de Elevação (MDE) e dados operacionais. Essas tecnologias proporcionam uma visão holística da malha ferroviária e de seu entorno, permitindo uma gestão mais precisa, econômica e sustentável. A aplicação de geoprocessamento não se limita apenas ao mapeamento de infraestruturas físicas; ela também facilita o monitoramento ambiental, a análise de riscos e a previsão de impactos, essenciais para garantir a segurança e a sustentabilidade das operações ferroviárias.

Uma das iniciativas da VLI que norteou o uso estratégico das geotecnologias é o Programa de Imageamento e Sistema de Informações Geográficas (PISIG), voltado para integrar diversos dados geoespaciais da empresa, e permitir o armazenamento e a consulta de informações sobre a infraestrutura ferroviária, recursos naturais, uso e ocupação do solo na área de influência da malha ferroviária, entre outros. O PISIG teve destaque por sua capacidade de centralizar os dados da empresa para emissão de relatórios de conformidade ambiental, mapear áreas de risco e pontos críticos, e apoiar a tomada de decisões estratégicas que afetam diretamente a sustentabilidade e a eficiência das operações da FCA, sendo em seguida expandido pela VLI para a área de Concessão Tramo Norte da Ferrovia Norte Sul (FNS).

O uso de sistemas de geoprocessamento (SIG) não apenas ajudou a empresa a otimizar suas operações e economizar recursos, mas também facilitou o cumprimento de regulamentações ambientais e normativas de tráfego de cargas. Além disso, o desenvolvimento do VLI GeoInfo (atualmente no endereço <<https://vli.ge21gt.com.br/>>), uma plataforma WebGIS baseada no framework MapStore, representou um avanço significativo na gestão integrada de dados geoespaciais na empresa. A plataforma oferece uma interface intuitiva e interativa para visualização e análise de dados espaciais,

integrando múltiplas fontes de informação, como *Google Maps*, *OpenStreetMap*, e serviços de dados compatíveis com padrões OGC (*Open Geospatial Consortium*). A flexibilidade e a adaptabilidade da plataforma permitem uma abordagem multifacetada para a gestão operacional, ambiental e de segurança.

Este artigo explora a importância das geotecnologias e dos sistemas de geoprocessamento na gestão das infraestruturas ferroviárias da VLI. A seguir, abordaremos o histórico do desenvolvimento dessas tecnologias na empresa, as metodologias aplicadas, as justificativas para sua importância estratégica e os resultados obtidos com sua implementação. A análise mostra como o uso eficaz de geotecnologias pode não apenas melhorar a eficiência operacional e reduzir custos, mas também promover uma cultura de transparência, sustentabilidade e responsabilidade corporativa.

DESENVOLVIMENTO

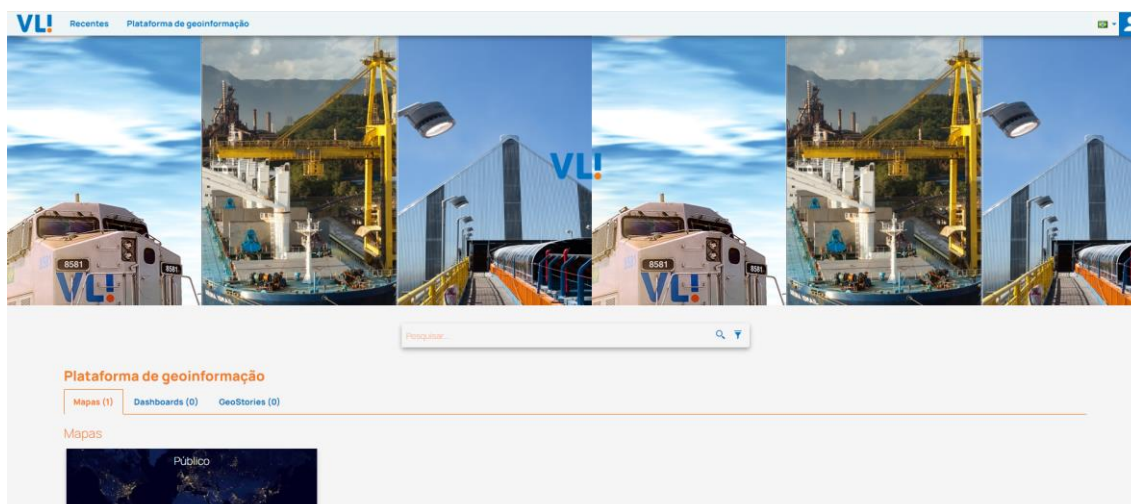
O uso de geotecnologias na VLI começou a ganhar destaque no início dos anos 2000, quando a empresa percebeu a necessidade de melhorar a gestão de sua extensa malha ferroviária e atender a exigências ambientais cada vez mais rigorosas. A VLI, que opera a Ferrovia Centro Atlântica (FCA), o Tramo Norte da Ferrovia Norte Sul (FNS) e outros trechos ferroviários no Brasil, estava enfrentando desafios significativos relacionados à conformidade regulatória, à segurança operacional e à eficiência das operações de transporte. Esses desafios incluíam desde a localização, o monitoramento e manutenção da infraestrutura ferroviária até o transporte seguro de produtos perigosos e a mitigação de impactos ambientais nas áreas adjacentes à ferrovia.

Ao implementar o seu Programa de Imageamento e Sistema de Informações Geográficas (PISIG), a VLI se dedicou ao mapeamento detalhado de diversas feições da área de influência da malha ferroviária. Inicialmente foram georreferenciados os dados das estruturas ferroviárias, tais como: Linha férrea, Estações, Bueiros, Pontes, Pátios e Edifícios e a seguir os dados de rotas de carga. Os dados ambientais de sua área de influência também foram priorizados, a exemplo: Uso e ocupação do solo, Passagens de Fauna, Unidades de Conservação (UCs), corpos de água, Áreas de Preservação Permanente (APPs) e fragmentos florestais.

A partir de 2012, o PISIG evoluiu para incluir o Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA), uma plataforma WebGIS que permitiu o armazenamento, a consulta e a análise de dados geoespaciais gerados pela VLI e obtidos junto a fontes diversas. O SIGA foi desenvolvido para centralizar grandes volumes de dados espaciais, tanto internos quanto públicos, eliminando a fragmentação de informações e facilitando a gestão integrada de dados.

Posteriormente, o desenvolvimento da plataforma VLI GeoInfo, também de interface online, trouxe mais avanços ao incorporar ferramentas avançadas de visualização e análise de dados geoespaciais, e acesso à população. O VLI GeoInfo, baseado no framework MapStore, é uma plataforma WebGIS que oferece uma interface amigável e intuitiva para a criação, gestão e compartilhamento de mapas interativos, permitindo uma análise espacial detalhada de variáveis críticas para a operação ferroviária. A plataforma foi projetada para ser acessível a diferentes tipos de usuários, desde colaboradores internos até órgãos reguladores e o público em geral.

Figura 1 – Interface de entrada do VLI GeoInfo



Fonte: Silva e Souza (2023).

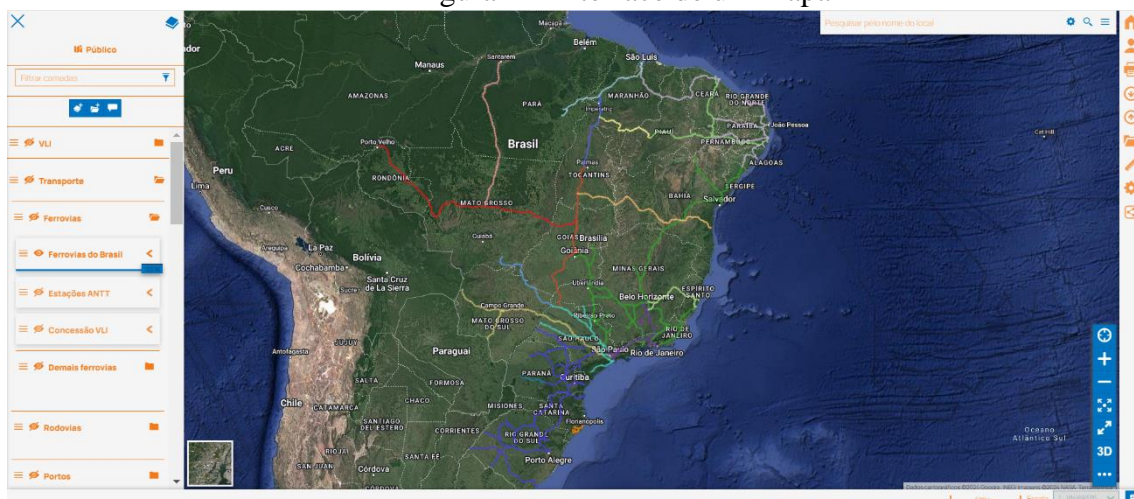
O desenvolvimento e a implementação de sistemas de geoprocessamento na VLI envolveram diversas etapas metodológicas para garantir uma gestão de informações e sua conformidade regulatória e de boas práticas de cartografia. A seguir apresentamos algumas das principais metodologias aplicadas:

- Criação de um Banco de Dados Geoespacial Integrado: Um dos primeiros passos na implementação do PISIG foi a criação de um banco de dados geoespacial integrado utilizando o sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL com extensão PostGIS. Esse banco de dados permite o armazenamento e o gerenciamento de grandes volumes de dados geoespaciais, que são hospedados em um ambiente cloud para garantir acessibilidade, segurança e atualização contínua. A estrutura de dados foi projetada para ser compatível com padrões do Open Geospatial Consortium (OGC), como WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) e WCS (Web Coverage Service).
- Vetorização de Dados Geoespaciais e Mapeamento de Drenagem e Áreas de Preservação Permanente (APPs): A vetorização de cursos de água interceptados pelas ferrovias e a geração de APPs de hidrografia, topo de morro e declividade foram inicialmente realizadas por vetorização manual na escala de 1: 2500 e a seguir utilizando técnicas de interpretação visual de imagens de satélite, como os dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). O software ArcGIS foi utilizado para a vetorização e o mapeamento dessas áreas, que foram integradas ao Banco de Dados para melhorar a gestão ambiental e assegurar o cumprimento das exigências do Código Florestal Brasileiro.
- Simulação de Cenários e Treinamento Operacional: O uso dos sistemas GEO permite a simulação de cenários operacionais e de planejamento, utilizando modelagem espacial avançada e técnicas de machine learning. Foi testado o desenvolvimento de ambientes de simulação em realidade virtual (VR) na VLI de forma a criar cenários complexos para avaliação

de variações de performance, treinamento operacional e validação de modelos teóricos.

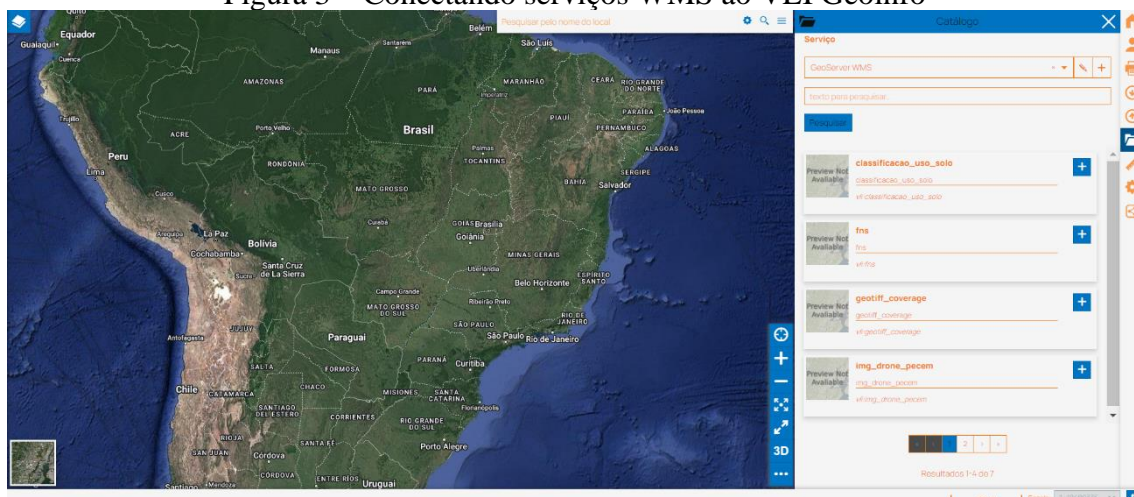
- Desenvolvimento de Ferramentas de Análise Avançada: A plataforma VLI GeoInfo foi projetada para incorporar ferramentas de análise multicritérios e técnicas avançadas de análise espacial. Essas ferramentas permitem a identificação de padrões, tendências e oportunidades a partir de grandes volumes de dados, apoiando a tomada de decisões estratégicas e operacionais. A plataforma também integra serviços de mapa de terceiros, como Google Maps e OpenStreetMap, ampliando a base de informações disponíveis para análise.
- Integração com Sistemas Legados e Ciclos de Atualização Contínua: Um aspecto crítico do desenvolvimento do SIGA e do VLI GeoInfo foi a integração com sistemas legados de operação da ferrovia, garantindo que os dados operacionais e ambientais estejam sempre alinhados e atualizados. Ciclos de atualização automatizados são implementados para garantir que as informações no sistema reflitam a realidade operacional e regulamentar, aumentando a precisão e a relevância das análises.

Figura 2 – Interface de um mapa



Fonte: Silva e Souza (2024).

Figura 3 – Conectando serviços WMS ao VLI GeoInfo



Fonte: Silva e Souza (2024)

A implementação de geotecnologias, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensoriamento remoto, na VLI, é justificada por diversos fatores estratégicos que são fundamentais para a gestão eficiente e sustentável de uma das maiores malhas ferroviárias do Brasil. A integração de dados geoespaciais permite melhorar a eficiência operacional e reduzir custos de manutenção. Por meio da identificação precisa de áreas que requerem intervenções específicas, é possível otimizar as rotas de transporte, o que resulta em economias substanciais de combustível, tempo e recursos humanos. Além disso, a gestão eficiente de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e outras áreas sensíveis reduz a necessidade de ações corretivas dispendiosas, proporcionando uma operação mais econômica e sustentável.

Em termos de segurança operacional e gerenciamento de riscos, as geotecnologias são essenciais, especialmente considerando a importância do transporte seguro de produtos perigosos. Ferramentas como o VLI GeoInfo permitem o monitoramento contínuo das condições da linha e do ambiente ao redor, fornecendo uma visão detalhada de pontos críticos, como áreas de risco, detectores de descarrilamento e de roda quente. Esse monitoramento contínuo facilita intervenções preventivas e corretivas mais ágeis e precisas, o que reduz significativamente o risco de acidentes e melhora a segurança das operações ferroviárias.

A conformidade com regulamentações ambientais e de segurança é outro aspecto crucial que justifica o uso de geotecnologias na VLI. O mapeamento detalhado de dados ambientais somado às informações de estruturas ferroviárias e cargas é essencial para garantir que as operações estejam alinhadas com as regulamentações ambientais e de segurança, minimizando o risco de penalidades e fortalecendo o compromisso da empresa com a sustentabilidade.

Além disso, o uso SIG e outras geotecnologias proporcionam um apoio essencial à tomada de decisão estratégica e operacional. A integração de dados de múltiplas fontes e formatos permite à VLI realizar análises espaciais avançadas, identificar padrões e desenvolver cenários de planejamento estratégico. Essas ferramentas facilitam a análise de impacto de diferentes cenários operacionais e de desenvolvimento, permitindo uma tomada de decisão informada e a alocação eficiente de recursos, o que é crucial para a competitividade e a sustentabilidade da empresa no longo prazo.

O uso de geotecnologias também promove a transparência e a comunicação das práticas de ESG. O VLI GeoInfo facilita o acesso a dados ambientais e operacionais, promovendo um diálogo mais aberto e transparente com *stakeholders*, órgãos públicos e a comunidade. Isso não apenas melhora a governança e a gestão colaborativa, mas também reforça o compromisso da VLI com a responsabilidade social e ambiental.

A integração de dados operacionais e ambientais permitiu a identificação de áreas críticas para manutenção. O monitoramento contínuo das condições dos trilhos, bueiros, passagens de nível e outras infraestruturas críticas reduz o número de acidentes e emergências ferroviárias, elevando o nível de segurança das operações.

O cumprimento das condicionantes ambientais exigidas pelos órgãos reguladores foi assegurado pela capacidade de monitoramento e análise contínua proporcionada pelo sistema. Isso garante que a VLI opere de maneira sustentável e responsável, minimizando impactos ambientais e assegurando um relacionamento positivo com as comunidades e os reguladores.

A disponibilização de dados ambientais e operacionais no VLI GeoInfo promoveu um diálogo mais aberto e transparente com a comunidade e os órgãos de fiscalização, melhorando a governança e a gestão colaborativa. A transparência nos dados facilita a confiança pública e o engajamento das partes interessadas, fortalecendo a reputação da VLI como uma empresa comprometida com práticas empresariais éticas e sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto e plataformas WebGIS, provou ser fundamental para a gestão eficiente da vasta malha ferroviária da VLI. A integração dessas tecnologias nas operações da empresa não só modernizou a maneira como os dados espaciais são coletados, processados e analisados, mas também revolucionou a abordagem da VLI em termos de segurança, sustentabilidade e transparência em suas atividades operacionais.

Os resultados obtidos com a adoção de sistemas e iniciativas como o PISIG, SIGA e VLI GeoInfo são claros e significativos. A economia de recursos, proporcionada pela melhor gestão das infraestruturas e pela otimização das rotas de transporte, demonstra a eficácia dessas tecnologias em promover operações mais eficientes e economicamente viáveis. Por meio da identificação de áreas que requerem intervenções específicas e da otimização de rotas, foi possível alcançar economias consideráveis em termos de combustível, tempo e recursos humanos. Além disso, a capacidade de gerenciar eficientemente Áreas de Preservação Permanente (APPs) e outras áreas sensíveis reduziu a necessidade de ações corretivas dispendiosas, resultando em uma operação mais sustentável e menos onerosa.

Em termos de segurança, o monitoramento contínuo das condições dos trilhos e das áreas adjacentes possibilitado pelo SIGA e pelo VLI GeoInfo tem sido essencial. Ao fornecer uma visão detalhada de pontos críticos, como áreas de risco, detectores de descarrilamento e de roda quente, essas ferramentas permitem que a VLI execute intervenções preventivas e corretivas de forma mais ágil e precisa, reduzindo significativamente o risco de acidentes e aumentando a segurança geral das operações ferroviárias. Essa abordagem proativa à segurança é especialmente crucial no contexto do

transporte de produtos perigosos, onde a prevenção de acidentes pode evitar consequências catastróficas para o meio ambiente e para as comunidades próximas.

Outro ponto fundamental proporcionado pelas geotecnologias é o apoio à tomada de decisão estratégica e operacional. A integração de dados de múltiplas fontes e formatos, aliada ao uso de ferramentas sofisticadas de análise geoespacial, permite à VLI realizar análises espaciais avançadas, identificar padrões, tendências e desenvolver cenários de planejamento estratégico. Essa capacidade de prever e responder a diferentes situações operacionais não apenas melhora a eficiência, mas também fortalece a posição competitiva da VLI no mercado de logística ferroviária. A tomada de decisões informada, baseada em dados concretos e análises rigorosas, se torna uma vantagem competitiva significativa, permitindo que a VLI ajuste suas operações rapidamente às mudanças nas condições do mercado e nas regulamentações.

A transparência e a comunicação das práticas de ESG (*Environmental, Social, and Governance*) também foram significativamente aprimoradas pelo uso dessas tecnologias. O acesso facilitado a dados ambientais e operacionais, combinado com a capacidade de compartilhar informações relevantes com *stakeholders*, órgãos públicos e a comunidade, fortalece a confiança e o engajamento de todas as partes interessadas. A transparência na apresentação de dados ambientais, como o monitoramento de fauna, a gestão de APPs e o controle de acidentes ferroviários, promove um diálogo mais aberto e transparente, reforçando o compromisso da VLI com práticas empresariais responsáveis e sustentáveis. A capacidade de demonstrar conformidade e desempenho ESG é cada vez mais valorizada por investidores, parceiros comerciais e pela sociedade em geral, contribuindo para a reputação positiva da VLI.

A consolidação dos dados e das ferramentas de geoprocessamento, juntamente com o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias, é essencial para que a VLI continue a se adaptar às crescentes demandas do mercado e da sociedade. O uso de SIG e outras geotecnologias deve ser expandido para cobrir novas áreas de atuação e proporcionar ainda mais integração de dados, eficiência operacional e mitigação de riscos. Dessa forma, a VLI estará melhor posicionada para enfrentar os desafios futuros, assegurar sua competitividade no mercado e continuar promovendo operações seguras, sustentáveis e responsáveis.

Além disso, a evolução contínua dessas tecnologias dentro da empresa permitirá a criação de novas soluções para problemas complexos, como a previsão de impactos ambientais e a gestão de desastres. As inovações em modelagem espacial, simulação de cenários e inteligência artificial aplicada a SIG podem oferecer ainda mais ferramentas para otimização de operações e redução de riscos. Por exemplo, o uso de drones para inspeção de trilhos, sensores IoT para monitoramento em tempo real e técnicas avançadas de análise preditiva são áreas que podem ser exploradas para melhorar ainda mais a eficiência e a segurança das operações ferroviárias.

À medida que essas tecnologias evoluem, a VLI está na vanguarda da construção de um futuro mais sustentável e integrado para o setor de logística ferroviária no Brasil. A abordagem estratégica da empresa, combinando inovação tecnológica com práticas robustas de governança, segurança e sustentabilidade, posiciona a VLI como uma líder não apenas em operações eficientes, mas também em responsabilidade social e ambiental. Dessa forma, a empresa continua a construir uma base sólida para crescimento futuro e sucesso sustentável, garantindo que suas operações sejam tanto lucrativas quanto benéficas para a sociedade e o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe da VLI pelo apoio e pela colaboração na implementação e no desenvolvimento das geotecnologias discutidas neste artigo. Gostaríamos de expressar nossa gratidão aos profissionais de geoprocessamento e gestão ambiental que contribuíram com seu conhecimento técnico e expertise, tornando possível a integração eficaz de sistemas geoespaciais em nossas operações.


Capítulo 08


MAPEAMENTO DE LOCAIS SENSÍVEIS PARA O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS: *ESTUDO DE CASO EM FERROVIAS BRASILEIRAS*

Letícia Lanna da Silva, Cristiana Carneiro de Souza, Felipe Andrade Ferreira

Resumo: O transporte ferroviário de produtos perigosos é crucial para o desenvolvimento econômico, mas envolve riscos significativos que precisam ser gerenciados adequadamente. Este estudo tem como objetivo mapear locais sensíveis ao transporte de produtos perigosos nas ferrovias Centro-Atlântica (FCA) e Norte-Sul (FNS), utilizando geotecnologias e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A metodologia envolveu a integração de dados geoespaciais, geração de zonas de amortecimento e criação de modelos automatizados no QGIS. Os resultados mostraram a eficácia do uso de SIGs para identificar trechos críticos e propor medidas mitigadoras. A modelagem automatizada no QGIS proporcionou precisão no mapeamento e facilitará a execução de ciclos de atualização nos dados futuramente. Conclui-se que a adoção dessas tecnologias é essencial para a gestão de riscos no transporte de produtos perigosos, destacando a importância de bases de dados atualizadas e da integração entre concessionárias e órgãos reguladores para a segurança e sustentabilidade das operações ferroviárias.

Palavras-chave: Mapeamento de risco. Transporte ferroviário. Produtos perigosos. Geotecnologias. Locais Sensíveis.

L. L. D. Silva (). VLI Logística. Belo Horizonte, MG, Brasil.
e-mail: leticia.lsilva@vli-logistica.com.br.

C. C. D. Souza (). VLI Logística. Belo Horizonte, MG, Brasil.

F. A. Ferreira (). Grupo GE21. Belo Horizonte, MG, Brasil.

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário de produtos perigosos desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico, possibilitando o fluxo contínuo de substâncias essenciais para diversas indústrias. No entanto, essa atividade envolve riscos consideráveis, incluindo acidentes, explosões, contaminação ambiental e poluição, que podem ter consequências severas para a saúde pública, o meio ambiente e a segurança das comunidades próximas. Esses produtos perigosos, classificados com base nos riscos que apresentam e nas atividades envolvidas em sua movimentação, requerem uma gestão rigorosa para minimizar incidentes que possam atrair a atenção de indústrias, autoridades e da sociedade em geral.

Um dos principais desafios na gestão do transporte ferroviário de produtos perigosos é a identificação e monitoramento eficaz dos chamados "locais sensíveis" — segmentos específicos da via ferroviária onde a ocorrência de um acidente pode resultar em danos significativos ao meio ambiente e/ou à comunidade (Brasil, 2008). Esses locais incluem perímetros urbanos, unidades de conservação (UCs) e áreas de preservação permanente (APP), que são especialmente vulneráveis devido à proximidade com populações humanas e ecossistemas sensíveis. O mapeamento preciso dessas áreas é crucial para permitir uma resposta rápida e eficaz a incidentes e para apoiar a prevenção de acidentes, reduzindo assim os riscos associados ao transporte de produtos perigosos.

Neste contexto, o uso de geotecnologias, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto e modelagem computacional, torna-se essencial para a identificação e gestão de áreas sensíveis. A integração de dados operacionais, de segurança e ambientais em plataformas SIG permite um monitoramento contínuo e eficiente das operações ferroviárias, oferecendo uma visão abrangente que facilita a tomada de decisões estratégicas. Além disso, a modelagem computacional possibilita a simulação de cenários de risco e o planejamento de medidas preventivas, contribuindo para uma abordagem mais integrada e proativa na gestão dos riscos envolvidos no transporte de produtos perigosos.

Com a crescente complexidade e a dinâmica dos dados operacionais, de segurança e ambientais, torna-se imperativo que as bases de dados utilizadas estejam constantemente atualizadas. O uso de ciclos de atualização automatizados garante a paridade entre a realidade em campo e a base de dados digital, permitindo respostas mais rápidas e precisas em situações de emergência. Essa capacidade de gestão baseada em dados é vital para a segurança e sustentabilidade das operações ferroviárias, especialmente em corredores de transporte extensos como as Ferrovias Centro-Atlântica (FCA) e Ferrovia Norte-Sul (FNS), que atravessam diversas regiões com diferentes características socioambientais.

Diante desses desafios e da necessidade de inovação na gestão de riscos, este estudo tem como objetivo realizar o mapeamento de locais sensíveis ao transporte ferroviário de produtos perigosos nas ferrovias FCA e FNS, utilizando ferramentas avançadas de geoprocessamento. Por meio da compatibilização de bases de dados geoespaciais, geração de zonas de amortecimento e criação de modelos automatizados no QGIS, buscamos identificar com precisão as interseções entre áreas sensíveis e as faixas de domínio ferroviário.

REVISÃO DE LITERATURA

O transporte ferroviário de produtos perigosos apresenta desafios consideráveis, especialmente em termos de segurança ambiental e gestão de riscos. Esses desafios se tornam ainda mais complexos quando o transporte ocorre ao longo de extensas malhas ferroviárias, como as da Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) e da trama norte da Ferrovia Norte-Sul (FNS). O mapeamento de locais sensíveis, definidos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) como segmentos da malha ferroviária onde um acidente envolvendo produtos perigosos pode causar danos significativos ao meio ambiente e à comunidade, é uma estratégia essencial para mitigar riscos e proteger áreas vulneráveis.

A Resolução Nº 2.748, de 12 de junho de 2008, da ANTT, estabelece procedimentos e parâmetros técnicos específicos para o transporte ferroviário de produtos perigosos. De acordo com essa resolução, as concessionárias ferroviárias são obrigadas a manter um levantamento atualizado de todos os locais sensíveis e de risco ao longo dos trechos ferroviários onde circulam trens transportando essas cargas. A identificação precisa desses locais é fundamental para a implementação de medidas preventivas eficazes e para uma resposta rápida e eficiente a emergências (ANTT, 2008).

O uso de tecnologias de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é fundamental na identificação e mapeamento de áreas sensíveis e de risco ao longo das ferrovias. No estudo de Soares *et al.* (2015), o mapeamento das áreas de risco na região ferroviária demonstra como essas ferramentas podem ser aplicadas para identificar ocupações urbanas inadequadas nas proximidades de linhas férreas e propor intervenções para mitigar riscos à população. Utilizando dados georreferenciados e ferramentas como Google *Earth* e *Surfer*, os pesquisadores criaram *buffers* ao redor das linhas férreas e mapas temáticos que facilitam a visualização das áreas de risco e apoiam a tomada de decisões informadas.

Essa abordagem é altamente aplicável às ferrovias FCA e FNS, onde o transporte de produtos perigosos ao longo de trechos extensos exige monitoramento contínuo e detalhado. O mapeamento geoespacial permite a criação de bases de dados dinâmicas que ajudam a identificar segmentos de alto risco, considerando fatores como densidade populacional e proximidade de áreas ambientalmente sensíveis. Com essas informações, é possível planejar rotas alternativas e desenvolver estratégias de mitigação que minimizem os impactos ambientais e sociais.

A dissertação de Margarida (2008) sobre o sistema de informações para o transporte rodoviário de produtos perigosos oferece *insights* valiosos que também podem ser aplicados no contexto ferroviário. A autora propõe a criação de um banco de dados georreferenciado que permita o monitoramento contínuo de rotas de transporte, integrando informações sobre acidentes, tipos de cargas perigosas transportadas e áreas sensíveis ao longo das rodovias. A integração de SIGs no gerenciamento de riscos é essencial para facilitar a tomada de decisões e a coordenação entre diferentes atores envolvidos no transporte de produtos perigosos.

O trabalho de Guinzani (2015) fornece um exemplo prático de análise de risco aplicada ao transporte de produtos perigosos. Utilizando o ArcGIS para desenvolver mapas de risco, Guinzani identifica áreas críticas e vulneráveis ao longo da rodovia BR-101. Essa metodologia pode ser adaptada ao transporte ferroviário, com foco na criação de mapas que incluam análises de *buffer* e identificação de pontos críticos. A adaptação dessa metodologia para o transporte ferroviário, especialmente em corredores estratégicos

como a FCA e a FNS, pode melhorar significativamente a eficiência e a precisão das operações de gerenciamento de risco.

DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, o mapeamento das áreas sensíveis nas imediações das ferrovias da VLI era realizado utilizando uma metodologia simplificada, que consistia no levantamento das bases de dados relacionadas às áreas que se pretendia mapear, identificação dos pontos em que essas áreas cortavam a faixa de domínio da ferrovia e associação desses pontos aos marcos quilométricos (KMs), utilizados como referência para planejamento e gestão da infraestrutura ferroviária. No entanto, esse mapeamento apresentava inconsistências relacionadas principalmente à extensão das áreas mapeadas, uma vez que a base de KMs não é uniformemente distribuída, apresentando falhas e incoerências em determinadas regiões. Além disso, o método de aproximação empregado para a associação dos KMs às áreas sensíveis utilizava a distância euclidiana, e não a distância sobre a linha férrea, o que poderia levar, em alguns casos, a um resultado incorreto. O resultado desses procedimentos era armazenado em uma planilha contendo informações acerca das áreas sensíveis mapeadas (Unidades de Conservação, APPs, etc.) e os KMs associados, incluindo a extensão aproximada da linha férrea sob influência dessas áreas, que consistia na subtração dos valores dos marcos quilométricos (KMs) finais e iniciais.

Uma vez verificada a necessidade de atualizar esse mapeamento e corrigir incoerências pré-existentes, e sabendo da evolução das ferramentas de geoprocessamento desde o último ciclo de atualização dos dados, foi proposta uma nova metodologia, utilizando ferramentas avançadas do QGIS, que incluem o “modelador gráfico” (*ModelBuilder*) associado ao processamento em lotes (*Batch Processing*), e ferramentas de cálculos sobre redes, provenientes do software *GRASS*, cujas funcionalidades foram recentemente assimiladas pelo QGIS. Com essa abordagem, pretendia-se mapear com a maior precisão possível as parcelas da linha férrea sob influência das áreas sensíveis, e ainda, produzir uma base vetorial contendo os trechos afetados, desenhados sobre a linha férrea da Ferrovia Norte Sul (FNS) e Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

Para isso, os trabalhos foram iniciados pela atualização das bases de dados referentes às áreas consideradas sensíveis, que incluem: Unidades de conservação (UCs) federais, estaduais, municipais e particulares, Áreas de Proteção Permanente (APPs), relacionadas à presença de cursos d’água ou nascentes, áreas urbanizadas, terras indígenas, territórios quilombola, e zonas de amortecimento relativas às unidades de conservação, terras indígenas e quilombolas. Prosseguiu-se com os levantamentos, utilizando tanto dados internos fornecidos pela VLI como dados públicos produzidos por institutos de pesquisa e manutenção de dados espaciais como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), CNUC (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação) e ANA (Agência Nacional de Águas). A lista completa das fontes utilizadas pode ser consultada no

Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Fontes de dados das Áreas Sensíveis

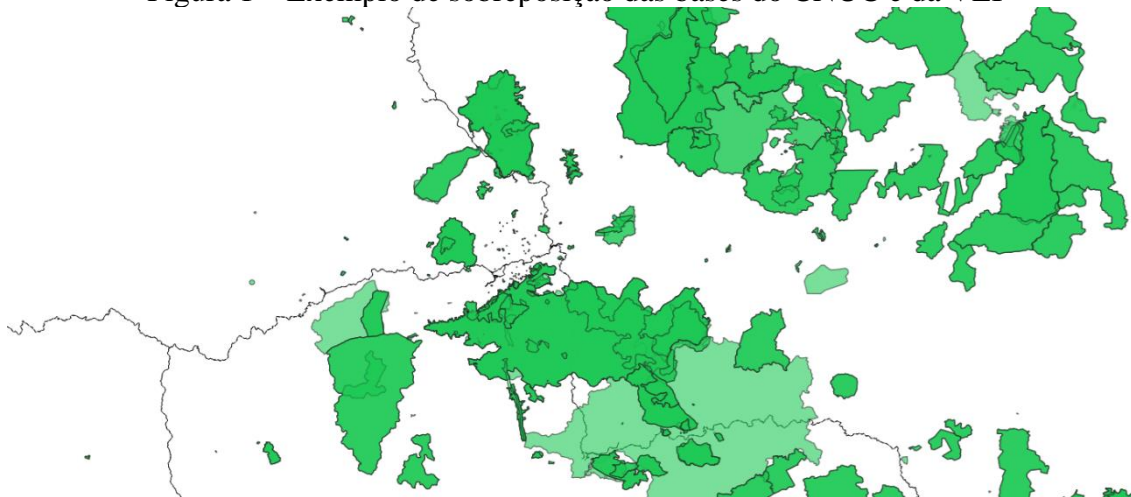
Área Sensível	Fonte	Atualização
---------------	-------	-------------

Unidades de Conservação	CNUC e VLI	2024
Áreas de Proteção Permanente	Produzidos a partir de dados do ANA e de acordo com a Lei Nº 12.651, de 2012.	2012
Áreas Urbanizadas	IBGE	2021
Terras Indígenas	INCRA	2022
Território Quilombola	INCRA	2022
Zona de Amortecimento das Unidades de Conservação	Produzidos de acordo com a Resolução Nº 428, de 2010 do CONAMA	2024
Zona de Amortecimento das Terras Indígenas	Produzidos de acordo com a Portaria Interministerial Nº 60, de 2015	2022
Zona de Amortecimento dos Territórios Quilombola	Produzidos de acordo com a Portaria Interministerial Nº 60, de 2015	2022

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o quadro apresentado, foram atualizados aqueles dados que já constavam no banco de dados da VLI, provenientes de levantamentos e análises anteriores, como Terras indígenas e Territórios quilombola, e aproveitados levantamentos anteriores para os quais não foram encontrados dados mais recentes, caso das APPs, que dispensou atualizações devido à sua natureza menos propensa a mudanças de curto prazo. As Unidades de conservação necessitaram de atenção especial, uma vez que, embora os dados coletados do CNUC tenham sido atualizados em 2024, a VLI conta com uma base de dados interna, abastecida a partir de diversas fontes oficiais e que inclui algumas UCs não cadastradas no CNUC. Dessa forma, para garantir a utilização do dado mais completo disponível, foram mescladas à base oficial da CNUC as unidades faltantes provenientes da base de dados mantida pela VLI (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de sobreposição das bases do CNUC e da VLI

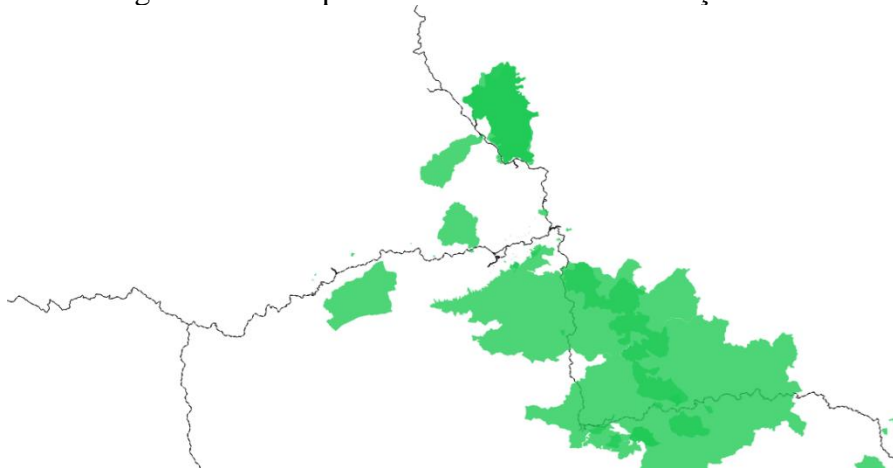


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para evitar que a mesclagem gerasse duplicidade de dados, foram empregadas diversas ferramentas de geoprocessamento para eliminar unidades com mesmo nome ou mesma geometria, reduzindo assim as duplicatas. Posteriormente, foram selecionadas apenas as unidades de conservação que se sobrepõem ou estão relativamente próximas à

faixa de domínio da ferrovia, essas feições passaram por inspeção manual, eliminando assim qualquer duplicidade de dados que viesse a ter passado pelas etapas anteriores (Figura 2).

Figura 2 – Exemplo de Unidades de Conservação selecionadas e tratadas

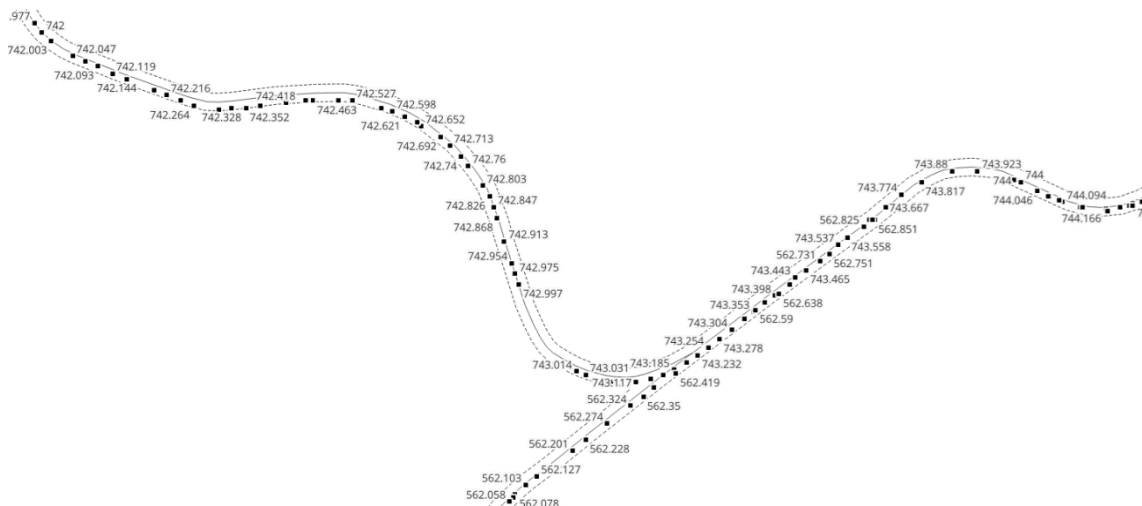


Fonte: Elaborado pelos autores.

No que se refere às zonas de amortecimento, elas foram criadas a partir de *buffers* aplicados sobre as bases de Unidades de Conservação, mesclada e tratada tal qual especificado no parágrafo anterior, e as bases de Terras indígenas e Territórios quilombolas provenientes do Inbra. A extensão dos buffers foi definida em 3km para as UCs, de acordo com a Resolução Nº 428, de 2010 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), uma vez que não foram encontrados dados espacializados relativos aos seus planos de manejo, devido à grande extensão da área de estudo e o número elevado de UCs. Para as Terras indígenas e Territórios quilombolas, foram gerados buffers de 10km para áreas de Amazônia Legal e 5km para as demais regiões, como estabelecido para empreendimentos relacionados a ferrovias na Portaria Interministerial Nº 60, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente em 2015.

Além das bases cartográficas citadas acima, que nesse momento se encontravam devidamente tratadas e modeladas, os demais dados necessários para o processamento foram disponibilizados pela VLI (Figura 3), sendo eles: as malhas ferroviárias da FCA e FNS, as poligonais referentes às faixas de domínio de ambas as ferrovias, e os KMs, ou seja, marcos quilométricos distribuídos ao longo da linha férrea e utilizados como referência espacial nos projetos estratégicos da VLI.

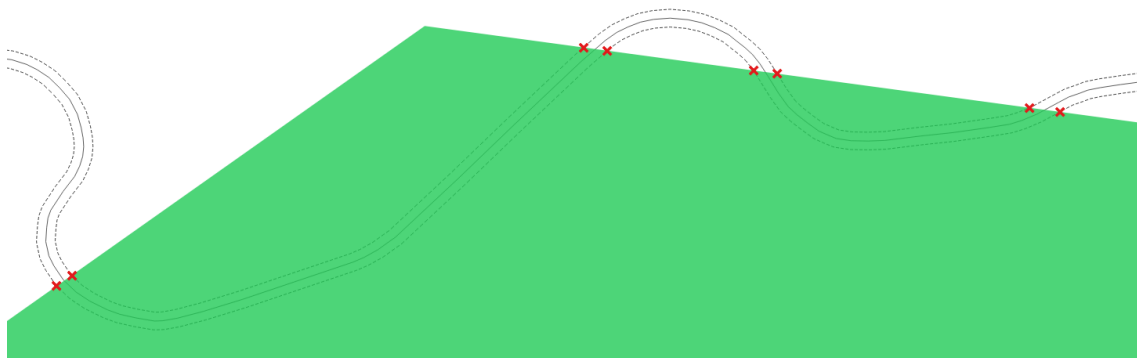
Figura 3 – Faixa de domínio, KMs e Linha Férrea em trecho da FCA



Fonte: Elaborado pelos autores.

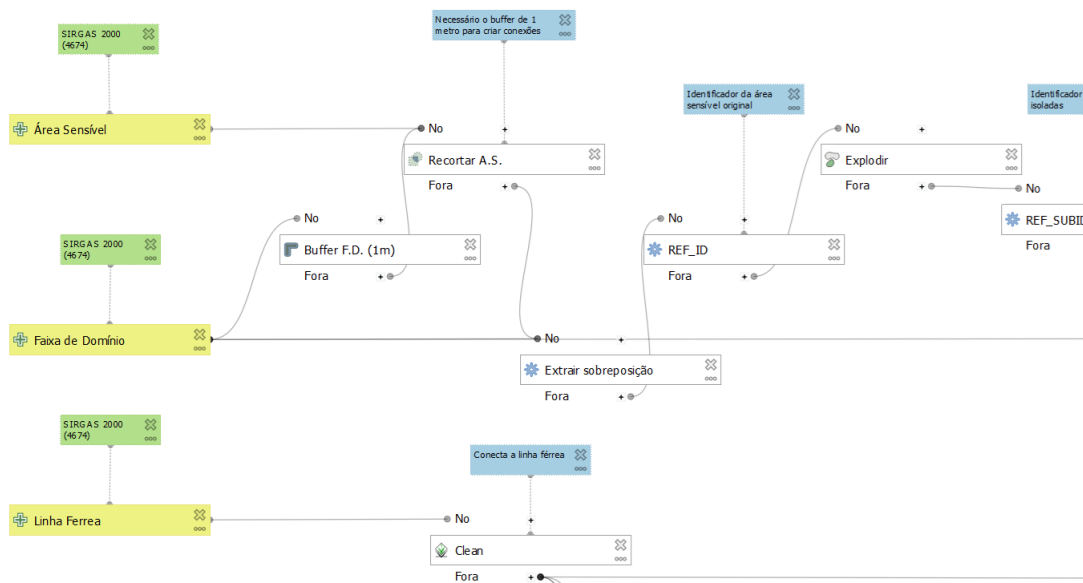
Uma vez em posse de todos os dados necessários para a análise, prosseguiu-se para a aplicação da metodologia proposta, utilizando as ferramentas de análise de rede *GRASS* e o “Modelador Gráfico” do *QGIS*. A primeira etapa efetiva do processamento consiste em identificar os pontos onde as áreas sensíveis cruzam a faixa de domínio das ferrovias (Figura 4), em seguida esses pontos são aderidos à linha férrea pela menor distância (Figura 5), formando assim uma sequência de pontos georreferenciados ao longo da linha associados à área sensível original por um identificador comum.

Figura 4 – Exemplo de intersecções entre UC e Faixa de domínio



Fonte: Elaborado pelos autores.

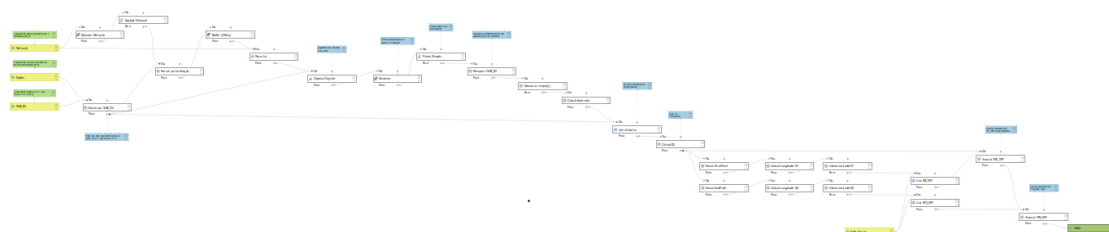
Figura 7 - Modelo 01: Zoom 01



Fonte: Elaborado pelos autores.

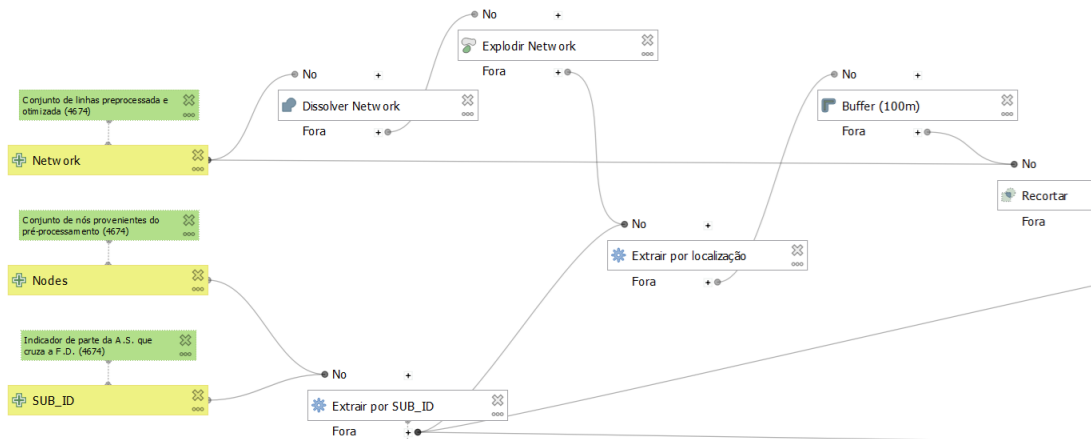
A rede e as sequências de pontos produzidas no passo anterior são utilizadas como entradas em um segundo modelo (Figura 8 e Figura 9), cuja principal função é desenhar sobre a malha ferroviária corrigida o trecho que liga a sequência de pontos aderidos relacionada a uma determinada área sensível. Para isso, é utilizada a ferramenta “v.net.salesman”, que executa uma variante do “Algoritmo do Caixeiro Viajante”, muito utilizado em problemas de determinação do caminho mais curto. O modelo recebe também um ID, que representa a área sensível que será processada naquele ciclo de execução, ou seja, somente os pontos relacionados àquela unidade de conservação (ou APP, Zona de Amortecimento, etc) serão conectados, gerando um trecho único. Além disso, são associados a esse trecho informações relativas à sua extensão, KMs mais próximos, tipo e nome da área sensível associada, e coordenadas geográficas dos pontos finais e iniciais.

Figura 8 - Modelo 02: Visão Geral



Fonte: Elaborado pelos autores.

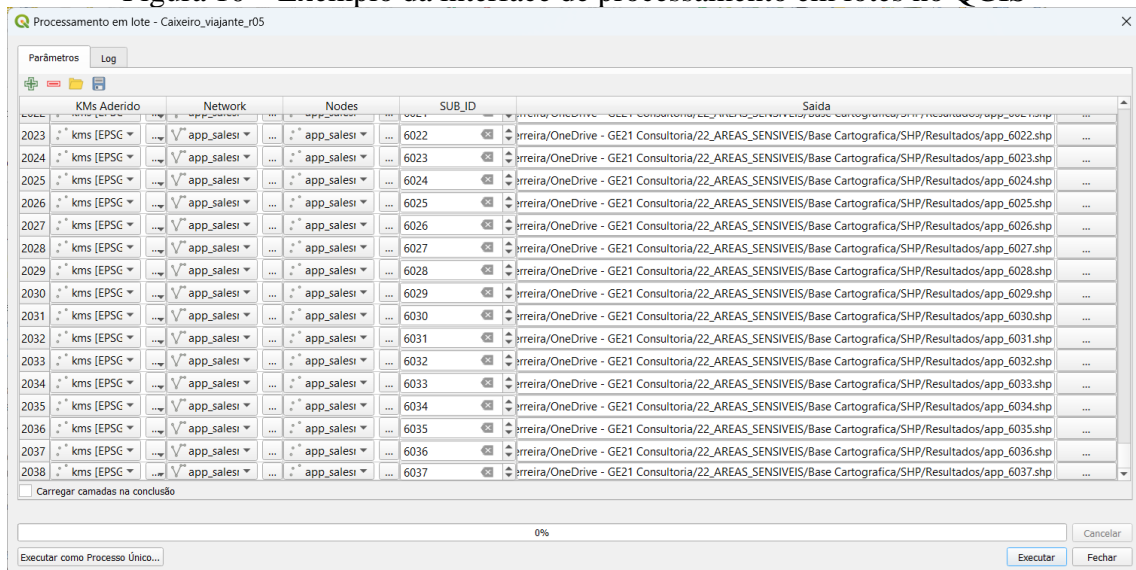
Figura 9 - Modelo 02: Zoom 01



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse modelo precisa ser executado para cada uma das áreas sensíveis mapeadas, para permitir que isso seja feito de maneira mais eficiente, foi utilizado o processamento em lotes (*Batch processing*) do QGIS (Figura 10). Essa funcionalidade permite que sejam definidas filas contendo determinados parâmetros de execução de uma ferramenta ou modelo automatizado. Os parâmetros relativos a essas “filas de processamento” podem ser armazenados em arquivos no formato JSON, que podem ser produzidos manualmente ou, como neste caso, por meio de *scripts* de programação. Neste trabalho, foi utilizado um código bastante simples em linguagem *Python* (Figura 11) para gerar os arquivos JSON contendo os parâmetros de execução. Dessa forma o modelo pôde ser executado para cada um dos 6.900 trechos mapeados, de maneira automatizada e não supervisionada.

Figura 10 – Exemplo da interface de processamento em lotes no QGIS



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11 - Script em *Python* para criação da fila de processamento em lotes

```

4 #recebe número de linhas a serem preenchidas por categoria
5
6 n_uc = int(input("Número de linhas para Unidade de Conservação? "))
7 n_ind = int(input("Número de linhas para Terra Indígena? "))
8 n_qui = int(input("Número de linhas para Território Quilombola? "))
9 n_zu_uc = int(input("Número de linhas para ZA de Unidade de Conservação? "))
10
11 n_zu_ind = int(input("Número de linhas para ZA Indígena? "))
12 n_zu_qui = int(input("Número de linhas para ZA Quilombola? "))
13 n_au = int(input("Número de linhas para Área Urbana? "))
14 n_app = int(input("Número de linhas para APP? "))
15 ini_app = int(input("Número da linha inicial para APP? "))
16 arquivo = input("Nome do arquivo? ")
17 #cria arquivo e inicia preenchimento
18
19 file = open(arquivo, 'w')
20 file.write('\n')
21
22 #preenche dados de unidades de Conservação (UC)
23
24 for i in range(1, n_uc + 1):
25
26     texto = padrao.replace('sigla', 'uc')
27     texto = texto.replace('ref_subid', str(i))
28
29     file.write(texto + ',')
30
31

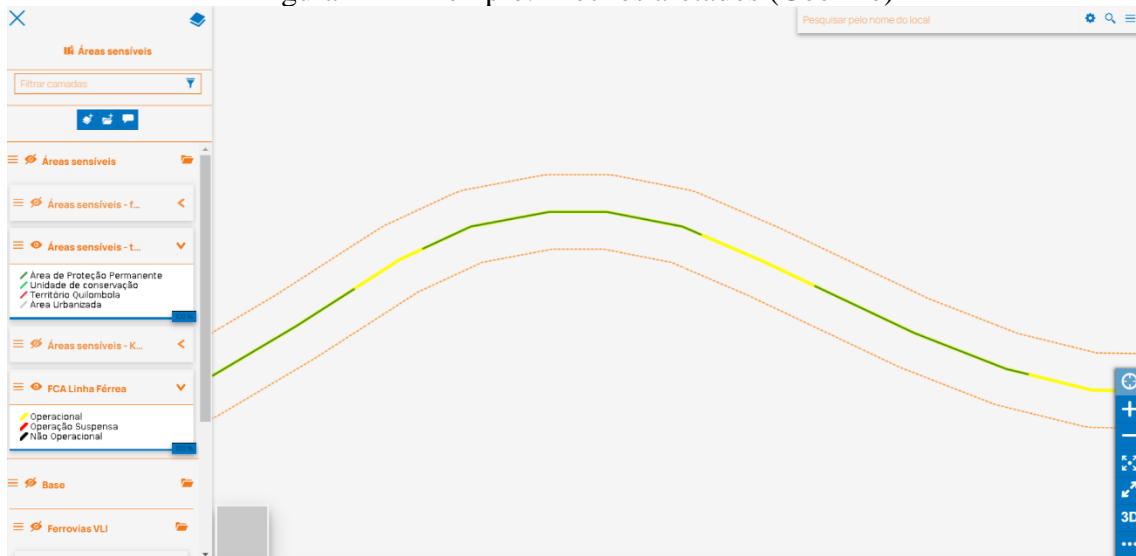
```

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a execução do segundo modelo para cada área sensível, os trechos gradados foram mesclados em uma única camada no QGIS, dando origem a uma base em formato vetorial contendo os trechos da ferrovia sob influência de UCs, APPs, Terras indígenas, Territórios quilombolas e suas respectivas Zonas de Amortecimento (Figura 12). A partir desse primeiro produto, foi gerada também uma camada contendo as áreas da faixa de domínio afetadas (Figura 13), e outra contendo os pontos iniciais e finais de cada trecho (Figura 14). Em suas tabelas de atributos, todos esses produtos contêm informações detalhadas sobre cada trecho, como extensão, coordenadas iniciais e finais, KMs mais próximos, tipo da área sensível, ou seja, se ela foi gerada por uma UC, APP ou outro, e nome da unidade geradora da área sensível (

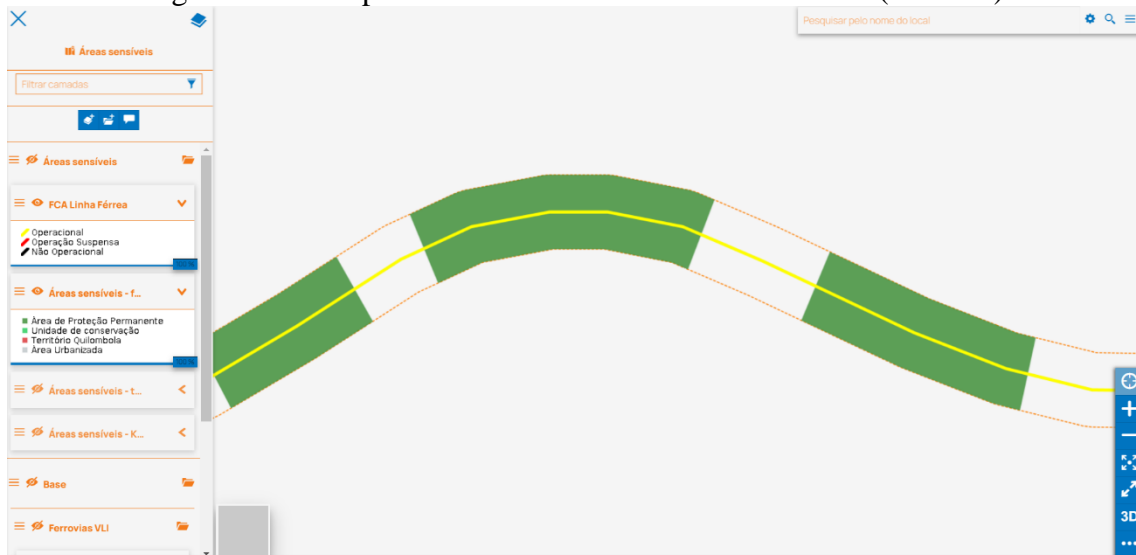
Figura 15). Além disso, esses dados e todas as bases cartográficas utilizadas foram publicadas na plataforma WebGIS da VLI, o Geoinfo, para utilização dos colaboradores da empresa em diversos núcleos de planejamento.

Figura 12 – Exemplo: Trechos afetados (Geinfo)



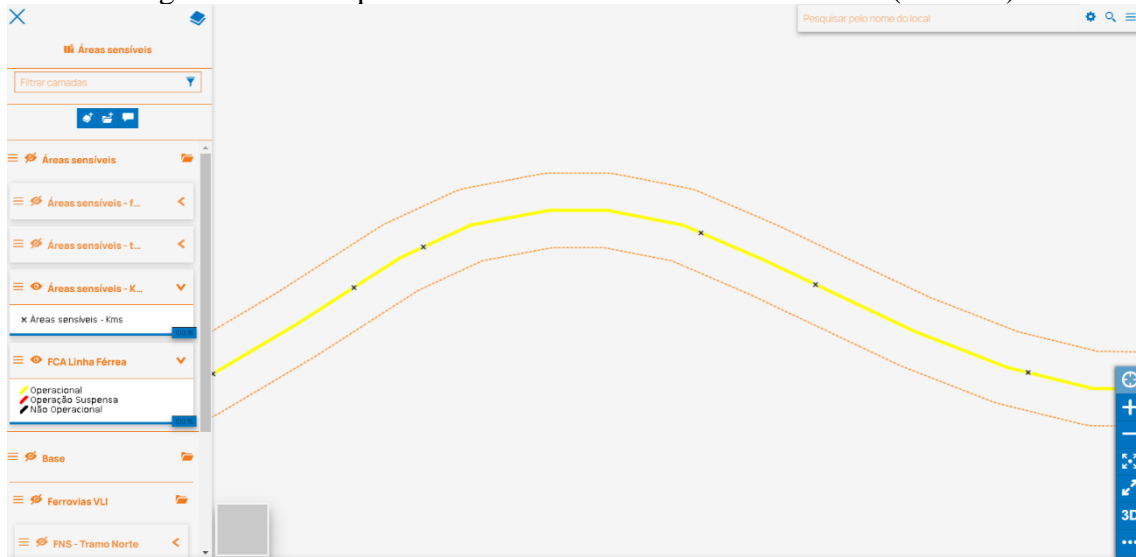
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 13- Exemplo: Áreas da faixa de domínio afetadas (Geinfo)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14 - Exemplo: Pontos Iniciais dos Trechos afetados (Geoinfo)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15 - Exemplo: Informações detalhadas dos trechos mapeados (Excel)

id	as_nome	as_tipo	ferrovia	uf	extensao	area_fx	ini_km	ini_corred	ini_munici
1	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	71,25	2137	298,394	Minas-Rio	Minduri
2	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	68,34	2050	296,601	Minas-Rio	Minduri
3	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	75,44	2263	303,797	Minas-Rio	Cruzília
4	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	68,31	2049	302,647	Minas-Rio	Cruzília
5	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	78,18	2346	304,142	Minas-Rio	Cruzília
6	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	71,75	2152	305,291	Minas-Rio	Cruzília
7	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	76,63	2298	304,402	Minas-Rio	Cruzília
8	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	103,65	3110	306,135	Minas-Rio	Cruzília
9	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	94,57	2838	306,991	Minas-Rio	Cruzília
10	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	70,94	2128	307,565	Minas-Rio	Cruzília
11	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	127,06	3811	307,335	Minas-Rio	Cruzília
12	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	114,91	3447	308,897	Minas-Rio	Carrancas
13	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	73,6	2208	308,406	Minas-Rio	Carrancas
14	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	73,68	2211	310,225	Minas-Rio	Carrancas
15	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	98,43	2953	311,209	Minas-Rio	Carrancas
16	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	96,1	2884	310,72	Minas-Rio	Carrancas
17	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	71,55	2147	312,723	Minas-Rio	Carrancas
18	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	118,62	3560	324,302	Minas-Rio	Luminárias
19	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	24,28	729	324,145	Minas-Rio	Luminárias
20	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	96,61	2898	324,007	Minas-Rio	Luminárias
21	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	89,12	2675	323,619	Minas-Rio	Luminárias
22	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	127	3811	323,399	Minas-Rio	Luminárias
23	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	160,98	4831	323,125	Minas-Rio	Luminárias
24	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	27,31	820	322,802	Minas-Rio	Luminárias
25	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	73,99	2221	322,129	Minas-Rio	Carrancas
26	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	62,86	1887	321,803	Minas-Rio	Carrancas
27	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	36,68	1101	321,298	Minas-Rio	Carrancas
28	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	117,28	3519	320,424	Minas-Rio	Carrancas
29	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	68,57	2058	320,283	Minas-Rio	Carrancas
30	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	159,86	4795	319,722	Minas-Rio	Carrancas
31	Espelho d'água Artificial	Área de Proteção Permanente	FCA	Minas Gerais	111,52	3347	318,525	Minas-Rio	Carrancas

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do mapeamento das áreas sensíveis ao transporte ferroviário de produtos perigosos nas ferrovias Centro-Atlântica (FCA) e Ferrovia Norte-Sul (FNS) corroboram a eficácia da utilização de geotecnologias e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na gestão de riscos. A metodologia revisada, baseada no uso de ferramentas avançadas do QGIS, permitiu uma identificação mais precisa das interseções entre as áreas sensíveis e as faixas de domínio ferroviário, uma vez que a aplicação do algoritmo "v.net.salesman" possibilitou o cálculo da rota mais curta ao longo da linha férrea, corrigindo distorções de distância que ocorriam em mapeamentos anteriores, que utilizavam distâncias euclidianas e cálculos sobre os valores de KMs.

A principal inovação foi a modelagem automatizada no QGIS, que desenhou com precisão os trechos ferroviários impactados diretamente sobre a malha ferroviária. Esse avanço resultou em uma base de dados vetorial robusta, que pode ser utilizada para o planejamento de mitigação e resposta a emergências. A integração de dados atualizados, como Unidades de Conservação (UCs), Áreas de Proteção Permanente (APPs), Terras Indígenas e Territórios Quilombolas, assegurou um mapeamento completo, enquanto a inclusão de zonas de amortecimento a partir de buffers específicos, conforme resoluções e normas ambientais, garantiu o alinhamento com os critérios regulatórios.

Os produtos gerados, como camadas vetoriais dos trechos ferroviários sob influência de áreas sensíveis e pontos iniciais e finais de cada trecho, foram integrados ao sistema WebGIS da VLI, o GeoInfo. Essa integração facilitou o acesso aos dados pelos setores de planejamento da empresa e promoveu uma gestão colaborativa com base em informações atualizadas. A disponibilização dos dados em uma plataforma *online* também permite praticidade na visualização e aplicação dos dados em processos de planejamento estratégico.

Além disso, a utilização de técnicas automatizadas de geoprocessamento reduziu a necessidade de processos manuais e minimizou erros, aumentando a eficiência na gestão de riscos no transporte ferroviário de produtos perigosos. A existência desses modelos automatizados facilitará ciclos de atualização das áreas sensíveis no futuro, que poderão ser executados de maneira mais eficiente, rápida e frequente. Nota-se ainda que, com algumas adequações de parâmetros, é possível a reutilização desses modelos para mapeamentos de outras áreas de interesse ao longo da ferrovia, ou até mesmo a ampliação da área mapeada para além da faixa de domínio, abrindo-se assim uma gama variada de possíveis aplicações. No que se refere ao impacto desse estudo na gestão de risco da estrutura ferroviária, os novos dados gerados suportam a implementação de medidas mitigadoras e preventivas em pontos críticos da ferrovia, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas e zonas de conservação ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidencia a importância da aplicação de geotecnologias, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e ferramentas de geoprocessamento avançadas, na gestão de riscos no transporte ferroviário de produtos perigosos. A metodologia revisada e automatizada permitiu um mapeamento mais preciso e abrangente das áreas sensíveis ao longo das FCA e FNS, corrigindo as inconsistências presentes em mapeamentos anteriores e proporcionando uma base sólida para o planejamento de mitigação de riscos.

O uso de ferramentas de geoprocessamento avançado, como o QGIS e o GRASS, e algoritmos robustos de cálculo de rotas, garantiu maior precisão na identificação das áreas sob risco e na definição dos trechos da ferrovia que requerem atenção especial. A integração de bases de dados atualizadas, públicas e privadas, assegurou que todas as informações relevantes fossem consideradas na análise, oferecendo uma visão detalhada dos locais sensíveis ao longo das rotas de transporte.

A disponibilização dos dados na plataforma WebGIS da VLI, representa um avanço significativo, promovendo transparência, acessibilidade e facilidade de atualização das informações geoespaciais. Isso permite que diversos setores da empresa, bem como órgãos reguladores e outras partes interessadas, utilizem os dados para

planejamento, gestão de riscos e resposta a emergências, contribuindo para uma governança mais integrada e eficiente.

A adoção de tecnologias de geoprocessamento e SIG é essencial para garantir a segurança e a sustentabilidade das operações ferroviárias, especialmente no transporte de produtos perigosos. No entanto, a eficácia dessas tecnologias depende da qualidade e atualização constante das bases de dados utilizadas. Recomenda-se que concessionárias ferroviárias e órgãos reguladores continuem a investir em melhorias tecnológicas e na integração de dados geoespaciais, visando otimizar a gestão de riscos e promover um transporte mais seguro e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe da VLI pelo apoio e pela colaboração na implementação e no desenvolvimento das geotecnologias discutidas neste artigo. Gostaríamos de expressar nossa gratidão aos profissionais de geoprocessamento e gestão ambiental que contribuíram com seu conhecimento técnico e expertise, tornando possível a integração eficaz de sistemas geoespaciais em nossas operações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). *Manual de Fiscalização do Transporte Ferroviário*. 4. ed. Brasília: ANTT, 2022.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Brasília: DOU, Seção 1, Edição 58/2015, p. 68, 26 mar. 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a definição de diretrizes para a localização, instalação e operação de empreendimentos e atividades de significativo impacto ambiental em unidades de conservação e suas zonas de amortecimento. Brasília: DOU, Seção 1, Edição 243/2010, p. 81, 20 dez. 2010.

BRASIL. Resolução nº 2.748, de 12 de junho de 2008. Dispõe sobre procedimentos e parâmetros técnicos complementares a serem adotados no transporte ferroviário de produtos perigosos. Brasília: DOU, Seção 1, p. 58, 13 jun. 2008.

GUINZANI, Maria Leticia Bonfante. **Estudo de Análise de Risco no Transporte Rodoviário do Produto Perigoso Soda Cáustica, no Eixo que Compreende o Trecho de Imbituba (SC) à Morro da Fumaça (SC)**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

MARGARIDA, Caroline. **Sistema de Informações como Apoio à Gestão de Risco no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.


SOARES, A. A. M.; SILVA, I. A.; BOTTON, J. A.; BREDAS, A.; NECKEL, A. Mapeamento das áreas de risco da região ferroviária de Erechim/RS. *In*: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2015, Porto Alegre. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre: Centro Universitário Metodista IPA, 2015. p. 1-4.


PRODUÇÃO DE HORTA ESCOLAR COM PLANTAS MEDICINAIS E HORTALIÇAS COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Sérgio Pinheiro Ribeiro, Maria Cecília Pereira Soares-Ribeiro

Resumo: A horta escolar, por meio de suas atividades é uma ferramenta que contribui para compreensão da preservação ambiental, bem como da saúde humana, capacidade do trabalho em equipe e o contato com o meio ambiente natural dos estudantes. Dessa forma, a horta escola, além dos benefícios acima citados, também é um instrumento de educação ambiental nos ambientes escolares. Dessa forma o presente relato de experiência apresenta um projeto com horta escolar em uma escola da rede estadual paulista situada na cidade de São José do Rio Preto – Diretoria Regional de Ensino de São José do Rio Preto - SP. O projeto nasceu do desejo e anseio pela Educação Ambiental – EA por meio de uma disciplina Eletiva da Escola do Programa Ensino Integral – PEI denominado “Reciplantando”. A eletiva possui um cunho interdisciplinar entre os componentes curriculares de Língua Portuguesa e Biologia com estudantes dos 6º e 7º anos do Ensino Fundamental da unidade escolar, sendo em média 30 estudantes, onde o objetivo do projeto era o desenvolvimento de uma horta escolar com plantas medicinais em que a disciplina de LP desenvolveria a pesquisa e escrita de receitas de chás e a de Biologia o estudo dos princípios ativos das plantas, bem como os benefícios das mesmas para a saúde humana, o cultivo de diversas plantas no ambiente da horta como alecrim, lavanda, hortelã, babosa, boldo, arruda, manjerição camomila, capim limão. Ao término do semestre letivo foi realizada uma culminância da eletiva com apresentação das atividades realizadas, bem como a entrega de mudas de camomila preparadas pelos estudantes e embalagens com uma amostra de ervas de capim limão e camomila. Juntamente com as plantas medicinais foram produzidos hortaliças e legumes como alface, repolho, cebolinha, couve, almeirão, jiló, berinjela, tomate, sendo que alguns foram utilizados na merenda da escola após colhidos pelos estudantes.

Palavras-chave: Componentes eletivos. Interdisciplinaridade. Educação em Tempo Integral.

S. P. Ribeiro . Graduado em Ciências Biológicas pela UNIP. PEC de Ciências na Diretoria de Ensino – Região de São José do Rio Preto, SP. E-mail: sergio@prof.educacao.sp.gov.br

M. C. P. Soares-Ribeiro . Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo. Coordenadora Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação de São José do Rio Preto, SP.

© Este trabalho integra a obra: “Avanços e desafios nas Ciências Ambientais”, publicado pela Reconnecta Soluções em 2024, disponível para acesso gratuito em: www.reconnectasolucoes.com.br/editora

INTRODUÇÃO

As atividades realizadas na horta escolar contribuem para os estudantes compreenderem a importância da preservação da saúde humana e do meio ambiente, bem como do escolar desenvolvendo a capacidade do trabalho em equipe e da cooperação entre os pares, proporcionando o contato com a natureza, uma vez que crianças e adolescentes no meio urbano estão cada vez distantes do meio ambiente natural. Essas atividades proporcionam também a modificação dos hábitos alimentares por meio da produção de alimentos e/ou outros produtos nas hortas escolares, além da reutilização de materiais como garrafas pet, embalagens de produtos, entre outros.

A horta escolar como atividade que possibilita o desenvolvimento das questões de educação ambiental tem sido abordada por diversos pesquisadores como Morgado (2006). Para ele, o cultivo da Horta Escolar constitui-se uma ferramenta capaz de unir os temas da EA e alimentar, unindo conceitos teóricos e a prática, em uma perspectiva interdisciplinar.

Na década de 60 houve um crescimento das manifestações questionando os valores da sociedade capitalista, os problemas de ordem social e políticas. Nesse contexto de questionamentos e críticas surgiu o advento de uma consciência ambientalista: as pessoas deram início a uma organização de lutas para preservar o meio ambiente, apavorados com os danos ambientais e a ameaça a qualidade de vida (Ramos, 2001).

Outro grande debate foi com a publicação do livro “Primavera Silenciosa” da autora Raquel Carson, no ano de 1969, esse livro narra os efeitos danosos dos pesticidas no meio ambiente e na qualidade de vida (Carson, 1969). Com essas discussões as pessoas deram início a uma maior compreensão do meio ambiente e seus recursos como essenciais para a vida, o que concebeu uma energia motivadora para a mudança de valores e paradigmas, a percepção da necessidade da agregação do ser humano e do ambiente (Bonzi, 2013).

Outro destaque da origem da consciência ambiental foi o encontro que aconteceu no ano de 1968 em Roma. Essa conferência que depois ficou popularmente conhecida como “Clube de Roma” congregou cientistas de países industrializados e deixou como alerta que era necessário, com urgência, preservar os recursos naturais, refletir sobre os modelos de consumo e monitorar a evolução da população humana (Reigota, 2001).

Essas declarações por meio de manifestos populares da década de 60 tomaram uma certa proporção em todo mundo, especialmente no Hemisfério Norte. No Brasil, motivado pelo modelo governamental da época, as discussões ambientais tornaram-se mais eficientes no final década de 1970 e, em especial 1980 em razão dos movimentos políticos e de redemocratização experienciado no país (Leite, 2020).

De acordo com Ramos, 2021, os debates referentes as questões sociais, políticas e ambientais do período motivou a Organização das Nações Unidas a realizar em 1972 na cidade de Estocolmo, Suécia, a primeira Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente. Sendo a primeira vez que autoridades, políticos e especialistas encontraram para discutir as questões ambientais, dentre as exortações e observações desse encontro destaca a incumbência do ser humano para com o meio ambiente e a exigência da EA na transformação de valores e paradigmas (Ramos, 2001).

Outro marco importante foi a Conferência Intergovernamental de Tbilisi (Georgia), ocorrida cinco anos após Estocolmo, em 1977, onde reuniu líderes e especialistas de 68 países e foi um evento de instrução a nível mundial sobre EA. Foi nessa ocasião que foram definidos os objetivos, os princípios, as estratégias e as definições para a EA:

A EA é um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A EA também está relacionada a melhora da qualidade de vida (UNESCO, 1977, p. 31).

A partir dos debates sobre práticas ecologicamente responsáveis emerge a EA, para Carvalho (2006) faz parte do movimento ecológico, resultando da angústia da sociedade com o futuro da vida, com a qualidade da existência das gerações presentes e futuras.

Para Sauv  (2005), a EA não   somente sobre proteger o meio ambiente, não   mais uma forma de educa o apenas (educa o para...) e sim uma nova forma de relacionamento com o mundo, com um desenvolvimento pessoal e social. Dessa forma, ainda de acordo com esse autor:

A EA visa a induzir dinâmicas sociais, de início na comunidade local e, posteriormente, em redes mais amplas de solidariedade, promovendo a abordagem colaborativa e crítica das realidades socioambientais e uma compreensão aut noma e criativa dos problemas que se apresentam e das solu es possíveis para eles (Sauv , 2005, p. 317).

Dentre outros encontros, conferências e reuniões, destacamos a II Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, sediada na cidade do Rio de Janeiro em 1992. Denominada de Rio-92 essa conferência entre acordos e tratados, foram sancionados documentos de extrema importância como, por exemplo, a Agenda 21, que expôs e estabeleceu o conceito de sustentabilidade.

No Brasil a regulamenta o da EA deu-se pela lei n  9.795 de 1999 que discorre com rela o a EA e concebe a Política Nacional de EA. Essa lei conceitua a EA no artigo 1 :

Entende-se por EA os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conserva o do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial   sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999, p.26).

Segundo essa lei a EA   uma peça fundamental e definitiva da educa o nacional, carecendo fazer parte, de forma articulada em todos os níveis de ensino. A lei 9.765/99 necessita ser citada como uma referência necessária da história da EA no Brasil, porque ela procedeu de um longo seguimento de interlocu o entre ambientalistas, educadores e governos (Brasil, 1999).

  interessante que a EA tenha início nos primeiros anos de escolariza o, dessa forma as crianças estão dando início a constru o da personalidade e preparo para cidadania, suscitando o encanto para a prote o dos recursos naturais. A educa o tem a possibilidade de difundir valores, motivando a coopera o, reduzindo a competi o e aperfei ando a conexão do homem com o meio em que vive.   de pequeno que se pratica a valoriza o e preserva o da natureza e todos os seus recursos (Medeiros, 2011).

No Brasil a EA possui um aspecto interdisciplinar, trazendo uma associa o das diversas áreas e dos vários saberes, apreciando a cultura e o contexto local (Carvalho, 2006). A interdisciplinaridade estabeleceu a partir do lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais em 1998 (PCNs). Os PCNs apresentaram a EA para o currículo formal como um tema transversal, necessitando ser realizada dentro de um mesmo conceito nos diversos componentes curriculares. Os temas transversais são temas de

extrema relevância social e que precisam ser abordados por todos os componentes (Coimbra, 2005).

Em 2017 o MEC (Ministério da Educação) lançou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), esse documento normativo estabelece as aprendizagens fundamentais que precisam ser concebidas pelos estudantes das escolas de Educação Básica do Brasil (BRASIL, 2017). Para Behrend, Cousin e Galiazzi (2018) a EA perdeu terreno na BNCC, sendo restritas aos componentes curriculares de Ciências e Geografia dentro das suas áreas temáticas, mostrando-se bem fracionada e em desacordo com a legislação de EA vigente, o que caracteriza um retrocesso.

A escola pode ser um ambiente provocador, onde os estudantes podem ter possibilidades de explorar as questões ambientais juntamente com as sociais, de forma mais complexas. Sendo uma questão desafiadora sair de eventos básicos que não fazem parte do cotidiano dos estudantes (Jacobi, 2003). A EA deve ser considerada como uma forma constante de aprendizado, valorizando as mais variadas formas de conhecimento, desenvolvendo os estudantes para a prática cidadã, com participação em um conjunto de forma ética, com valores morais e respeitando a harmonia entre a humanidade e o meio ambiente (Jacobi, 2003).

Horta é um terreno onde se cultiva verduras, legumes, hortaliças, frutas, temperos, ervas, entre outros, com o intuito de consumo humano. Quando o cultivo é feito no interior de um ambiente escolar denominamos de Horta Escolar, pois além do objetivo de cultivar alimentos, a horta também é utilizada como ferramenta de ensino. Para Morgado (2006, p. 21):

A horta inserida no ambiente escolar pode contribuir de forma significativa para a formação integral do aluno, haja vista que o tema engloba diferentes áreas de conhecimento e pode ser desenvolvido durante todo o processo de ensino aprendizagem, através de vastas aplicações pedagógicas com situações reais, envolvendo EA e alimentar.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

A atividade intitulada de “Horta escolar” foi desenvolvida com o objetivo de a) levar os estudantes a ter um maior contato com o meio ambiente natural por meio da horta; b) cultivo de plantas medicinais mais convencionais, nas quais possuem conhecimentos, como àquelas que seus familiares cultivam nos quintais de suas residências; c) cultivo de hortaliças e legumes para o consumo na própria merenda escolar.

Foram usados como materiais ferramentas diversas para preparo do solo, adubo (Nitrogênio, Fósforo e Potássio - NPK), esterco animal, cinza, matéria orgânica, mudas de plantas medicinais, hortaliças e legumes, sementes diversas, materiais recicláveis para preparo de vasos, terra vegetal.

Segundo Morgado (2006), a horta escolar pode contribuir para formação integral dos estudantes, pois trabalha de forma interdisciplinar nos processos de aprendizagem através aplicações pedagógicas e situações reais. Assim, o projeto foi dividido em alguns momentos.

O primeiro momento consistiu na escolha do local e preparação do solo para dar início as atividades. O local escolhido foi um terreno nas dependências de uma escola da rede estadual de ensino da Diretoria Regional de São José do Rio Preto - SP. O terreno estava sendo utilizado para descarte de materiais e entulho de obras da própria instituição.

No início do ano letivo de 2022, mês de março demos início na limpeza do terreno com a retira da vegetação e do entulho presente no local.

Figura 1 – Preparação do local da horta.



Fonte: os autores.

No segundo momento, procedeu-se à preparação do solo para semear e plantio de mudas. Nessa fase demos início ao revolvimento do solo para a preparação dos canteiros e adubação, sendo que foi uma fase bem trabalhosa, pois o terreno estava abandonado, com muito entulho (cascalho, brita, plástico, madeira, folhas de árvore), sendo necessário a remoção de todo esse resíduo para posterior montagem dos canteiros e adubação. Assim, para essa fase montamos uns três canteiros em média para dar início a semeadura de algumas hortaliças com os estudantes.

Figura 2 – Elaboração dos vasos.



Fonte: Autores.

No terceiro momento, realizou-se a preparação dos vasos de plantas medicinais (como alecrim, lavanda, hortelã, babosa, boldo, arruda, manjeriço, camomila, capim limão). Nessa fase do projeto, realizamos uma oficina para a preparação dos vasos por meio de transplante de pequenas mudas adquiridas no mercado já germinadas replantando

em vasos maiores, vasos estes preparados pelos próprios estudantes a partir de garrafas pet, baldes de álcool em gel reutilizados do período da pandemia, todos customizados e pintados com tinta, montagem de canteiros suspensos com paletes de madeira reutilizados (Figura 2). Nesse período, ocorreu a culminância do projeto “Reciplantando” onde houve uma exposição de parte do material produzido pelos estudantes ao término do semestre letivo (junho de 2022).

Logo após, foi realizado o transplante das mudas para o solo, parte do terreno da horta foi reservado para o plantio das mudas de plantas medicinais que foram mantidas pelos próprios estudantes. Durante esse período, a outra parte do terreno que continham os canteiros, eles foram preparados com esterco animal para a maturação e plantio no segundo semestre do ano letivo.

O quarto momento foi o do plantio de mudas de hortaliças, verduras e plantas medicinais nos canteiros já preparados (Figura 3). Nessa fase, os estudantes iniciaram o plantio de mudas de hortaliças e legumes produzidas no próprio local, bem como adquiridas no mercado. Foram plantadas mais de 200 mudas de hortaliças entre alface americana, roxa, repolho, couve, tomate, cebolinha, jiló, berinjela. O projeto teve continuação no segundo semestre do ano letivo, onde os estudantes realizaram a manutenção e melhoria dos ambientes da horta que culminou em uma excelente produção, com diversas colheitas, entre elas para o próprio consumo na merenda escolar.

Figura 3 – Plantio de mudas.



Fonte: Os autores.

No quinto momento, foi realizada a colheita das hortaliças e legumes (Figura 5). Nessa fase os estudantes realizaram a colheita das hortaliças e legumes para serem consumidos junto a merenda escolar, eles tiveram a oportunidade de acompanhar todo o processo de desenvolvimento da horta até a colheita e consumo.

Figura 5 – Colheita de verduras e legumes.



Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto da horta na escola iniciado por meio da disciplina eletiva denominada “Replantando”, com o objetivo de desenvolver a capacidade de interação entre os estudantes, trabalho em equipe, alimentação saudável, bem como o contato com o meio ambiente natural desenvolvendo a consciência ambiental e preservação por meio da educação ambiental EA. Dessa forma a horta escolar é uma excelente ferramenta de EA para a conscientização dos estudantes.

O projeto da horta escolar dentro da disciplina eletiva está atrelado aos projetos de vida dos estudantes, uma ferramenta do modelo pedagógico do Programa de Ensino Integral – PEI da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo – SEDUC SP. A definição do projeto de vida dos estudantes do programa é realizado no início do ano letivo por meio de uma atividade de acolhimento, onde os estudantes acolhedores desenvolve diversas atividades para que os ingressantes do programa cheguem a essa definição. Dessa forma, a escolha da eletiva que os estudantes fazem devem ter integração com seus projetos de vida.

No decorrer no ao letivo de 2022 a escola participou de um concurso denominado “Caminhos da Sustentabilidade” com o objetivo de selecionar dez cidades de Norte a Sul do Brasil, com o intuito de preparar reportagens significativas sobre a realidade local, à

luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estipulados pela ONU. Assim, a escola foi contemplada por meio de uma reportagem realizada pelos estudantes e professores de Língua Portuguesa sobre o projeto “Reciplantando” horta na escola, que culminou na publicação de livro com as dez cidades brasileiras.

O projeto continua em atividade na escola com o acompanhamento dos professores e estudantes atuais sendo motivo de muita satisfação da diretora, pois a mesma realizou um sonho, o de desenvolver uma horta na escola para atuação dos estudantes como ferramenta pedagógica e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BEHREND, Danielle Monteiro; DA SILVA COUSIN, Cláudia; DO CARMO GALIAZZI, Maria. Base Nacional comum Curricular: o que se mostra de referência a Educação Ambiental? **Ambiente & Educação**, v. 23, n. 2, p. 74-89, 2018.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 28, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei n. 9.795/1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/ccivil-03/leis/19795.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação Infantil e Ensino Fundamental. 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc20dezsitesite.pdf>>. Acesso em: 11 de dez. 2024.

CARSON, Raquel. **Primavera silenciosa** (tradução de Raul Polillo). São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

COIMBRA, Audrey de Souza. Interdisciplinaridade e educação ambiental: integrando seus princípios necessários. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 14, 2005.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-206, 2003.

LEITE, A.L.C.C. **Hortas Na Escola Como Ferramenta De Ensino Na Educação Ambiental: Uma Análise Bibliométrica**. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25225/1/DV_PCEP_II_2020_1.pdf>. Acesso em: 11 de dez. 2024.

MEDEIROS, Aurélio Barbosa *et al.* A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v.4, n. 1, p.1-17, 2011.

MORGADO, F. S. **A horta escolar na educação ambiental e alimentar: Experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis**. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

RAMOS, Elisabeth Christmann. Educação ambiental: origem e perspectivas. **Educar em Revista**, v. 17, n. 18, p. 201-218, 2001.

REIGOTA, Marcos. O que é educação ambiental. *In: O que é educação ambiental*. 2001.

SAUVÉ, Lucie. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.

UNESCO. **Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental**. Geórgia, 1977. Disponível em <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/EA_DocOficiais.pdf>. Acesso em 11 de dez. de 2024.



RECONNECTA SOLUÇÕES EDUCACIONAIS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – SP
2024