

Organizadores:
Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado
Victor Crespo de Oliveira

O MEIO AMBIENTE EM FOCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES
PARA A SUSTENTABILIDADE

2

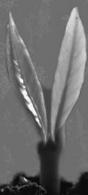
 **Atena**
Editora
Ano 2024

Organizadores:
Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado
Victor Crespo de Oliveira

O MEIO AMBIENTE EM FOCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES
PARA A SUSTENTABILIDADE

2



Atena
Editora
Ano 2024

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

O meio ambiente em foco: desafios e soluções para a sustentabilidade 2

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusóé
Víctor Crespo de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
M514	<p>O meio ambiente em foco: desafios e soluções para a sustentabilidade 2 / Organizadores Leonardo França da Silva, Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusóé, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2471-0 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.710240404</p> <p>1. Meio ambiente. 2. Sustentabilidade. I. Silva, Leonardo França da (Organizador). II. Crusóé, Jéssica Mansur Siqueira Furtado (Organizadora). III. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 577</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Com grande entusiasmo que apresentamos o livro “O Meio Ambiente em Foco: Desafios e Soluções para a Sustentabilidade 2”. Esta obra representa uma colaboração dedicada para explorar e promover o conhecimento e as soluções no campo da sustentabilidade ambiental, reunindo especialistas e pesquisadores de diversas áreas correlatas.

O principal objetivo desta obra é impulsionar a discussão e disseminação de conhecimentos sobre os desafios e soluções para a preservação do meio ambiente. Acreditamos firmemente que, ao unir diferentes perspectivas e expertise multidisciplinar, podemos enfrentar os complexos desafios ambientais que se apresentam em nosso tempo. Expressamos nossa profunda gratidão a todos os autores que contribuíram com suas pesquisas e experiências para a realização desta obra relevante.

Reconhecemos a importância da divulgação científica e valorizamos a Atena Editora como uma plataforma disseminadora do conhecimento científico. Estamos comprometidos em aumentar a conscientização sobre os desafios ambientais atuais, bem como em oferecer soluções inovadoras para um futuro mais sustentável e próspero.

Esperamos que este livro estimule a interconexão entre diferentes áreas de estudo relacionadas à sustentabilidade ambiental e contribua para o desenvolvimento de práticas mais eficientes e resilientes em nossa sociedade. Agradecemos a todos por se unirem a nós nesta jornada de descobertas e aprendizado.

Boa leitura!

Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusóe
Víctor Crespo de Oliveira

CAPÍTULO 1	1
MEIO AMBIENTE E PRÁTICAS ESPORTIVAS: DE RIVAIS A ALIADOS	
Tânia Regina de Oliveira da Cruz	
Maria Clementina de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404041	
CAPÍTULO 2	4
DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL E A ATUAÇÃO DA SOCIEDADE NA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	
Nilson Teixeira dos Santos Júnior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404042	
CAPÍTULO 3	16
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE PONTA GROSSA - PR: APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS R E OPENAIR	
Leonardo José Rossoni Quadros	
Yara de Souza Tadano	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404043	
CAPÍTULO 4	27
ESTUDIO Y RESULTADOS DEL PLAN ESTRATÉGICO OAXACA 2032: TURISMO CON ENFOQUE SOSTENIBLE	
Suhail Suárez Alonso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404044	
CAPÍTULO 5	44
A ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO NA EDUCAÇÃO INFANTIL E O FAZER PEDAGÓGICO PARA BEBÊS E CRIANÇAS BEM PEQUENAS: UM ESTÍMULO AO DESENVOLVIMENTO INFANTIL	
Emanuelli Renosto	
Caroline Recalcatti	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404045	
CAPÍTULO 6	69
A PRESENÇA NOCIVA DO PLÁSTICO NAS OFERENDAS DA RELIGIOSIDADE AFRO-BRASILEIRAS	
Auzelene Miranda Gusmão	
Maria Clementina de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404046	
CAPÍTULO 7	72
QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS PRÉ E PÓS-PANDEMIA DO COVID-19	
Ana Beatriz Almeida de Souza	
Júlia de Souza Lemos	

Thomaz de Magalhães Vieira
 Jaqueline Costa Areas de Almeida
 Leticia Delduque Alves
 Áthila Dias Carrapatoso Ribeiro
 Fabrício Pimenta Cunha
 Daniele Maia Bila
 Alfredo Akira Ohnuma Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404047>

CAPÍTULO 884

MONITORAMENTO AMBIENTAL DA PROLIFERAÇÃO DO *Aedes Aegypti* COM DRONES NA CIDADE DE MEDIANEIRA-PR

Giovanna Bellina Spadachin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404048>

CAPÍTULO 9 91

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ALEGRIA (MEDIANEIRA, PR) POR MEIO DA ANÁLISE DA PAISAGEM E DE BIOINDICADORES

Carlos Vitor Ribeiro Pereira

Diana Elena Sosa Gimenez

Cristhiane Rohde

Márcia Antonia Bartolomeu Agustini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7102404049>

CAPÍTULO 10..... 103

O DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO: AÇÕES SUSTENTÁVEIS

Telma Regina dos Reis de Assis

Maria Clementina de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71024040410>

CAPÍTULO 11 106

O PAPEL DAS CASAS INTELIGENTES NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS NO CONTEXTO DA ECONOMIA VERDE

Élisson Diones Cazumbá Cerqueira Pinto

André Luis Rocha de Souza

Marcelo Santana Silva

Evelin Reis da Hora

Fábio Theodorovitz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71024040411>

CAPÍTULO 12..... 137

EGERIA NAJAS PLANCHON (HYDROCHARITACEAE) E O BALANÇO PARCIAL DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM UM RESERVATÓRIO TROPICAL NO SUDESTE DO BRASIL

Sofia Luiza Brito

Cristiane Machado de López

Cláudia Kazumi Fujita

Fernanda Cássia Guidastre
Marília Assunção Mendonça
Marcelo de Ávila Chaves
Magda Karla Barcelos Greco
Maria Margarida Granate Sá e Melo Marques
Marcela David de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71024040412>

SOBRE OS ORGANIZADORES 160

ÍNDICE REMISSIVO 161

MEIO AMBIENTE E PRÁTICAS ESPORTIVAS: DE RIVAIS A ALIADOS

Data de aceite: 01/04/2024

Tânia Regina de Oliveira da Cruz

Pós doutoranda em Ciências da Educação
pela Faculdade Interamericana de
Ciências Sociais- FICS

Maria Clementina de Oliveira

Doutora em Ciências da Educação pela
Faculdade Interamericana de Ciências
Sociales (FICS)

Na perspectiva da integração entre o ser humano, a natureza e o esporte, este trabalho tem como objetivo abordar sobre as práticas que vinculam sustentabilidade e esporte com a discussão sobre a importância de se articular meio ambiente e práticas esportivas: de rivais a aliados, observando o texto científico de Maroun; Vieira, no artigo 'Impactos ambientais positivos são possíveis nos esportes praticados em ambientes naturais? O foco dessa reflexão é uma análise crítica do dueto esporte e sustentabilidade.

Existem esportes que são praticados em perfeita harmonia com os ambientes naturais, são denominados de

esportes de aventura, a prática deles não exige que seja feita nenhuma mudança na estrutura natural, pelo contrário, os cenários naturais com suas diversidades, pluralidades e singularidades formam o cenário apropriado para as competições. Exemplos: surf, a canoagem e o mergulho em mar aberto, rapel, escalada, paraquedismo, asa delta e parapente.

Por outro lado, os esportes que precisam de uma estrutura preparada para que as competições ocorram são compreendidos como esportes que degradam mais a natureza por essa característica, como por exemplo, o futebol, basquete, futsal, entre outros.

Vale salientar que os esportes de natureza senão houver uma educação e uma responsabilidade ambiental, eles também podem contribuir para a degradação dos locais em que ocorrem. Ou seja, é importante se pensar em estratégias que não causem impactos ambientais, com exemplo: banheiros ecológicos, coletores de lixo, estudos sobre o meio ambiente da localidade.

A prática esportiva pode ser um exercício que desenvolve atitudes de conservação do meio ambiente, que perpassa por uma conscientização da importância de se ater ao desenvolvimento sustentável. Mesmo nos grandes estádios é possível realizar a coleta seletiva reaproveitando o plástico, divulgação de mensagens educativas sobre a preservação, evitar os canudos plásticos, copos descartáveis.

Maroun; Vieira, (2013) mencionam, por exemplo, que o golfe gera impactos na qualidade do ar devido à poluição causada por veículos automobilísticos e à destruição da flora e fauna locais, causada pelo uso excessivo de fertilizantes para manter condições propícias à atividade esportiva de rendimento.

O grupo Iberdrola, líder do setor energético mundial, destaca algumas iniciativas que precisam ser tomadas para se alcançar uma harmonia entre práticas esportivas e meio ambiente, entre elas: O Comitê Olímpico Internacional (COI) deixará de utilizar plásticos descartáveis na sua sede.

A preocupação deste comitê como o desenvolvimento sustentável foi externada publicamente ao estabelecer um documento denominado de agenda 2020+5 em que se elencam algumas recomendações, entre elas, com destaque, a fomentação de Jogos Olímpicos Sustentáveis (Maroun; Vieira, 2013).

Um número crescente de entusiastas do desporto está a tomar medidas para combater a poluição, realizando atos simples, como recolher lixo nas estradas ou recolher resíduos do fundo do mar.

Esse movimento tem unido atletas e torcedores de diversas modalidades esportivas no combate à poluição. Vários tipos de esportes em todo o mundo estão trabalhando ativamente para esta causa de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU).

Estudos recentes sobre o assunto, elaborados pelo IBGE, evidenciam que mais da metade da população brasileira busca praticar atividade física ou esporte. Isso mostra a importância de se estabelecer uma conexão entre o dueto, esporte e sustentabilidade.

Após análise do artigo dos autores Maroun e Vieira, (2013) percebe-se que eles apresentam alertas e soluções acerca da integração entre o ser humano, a natureza e o esporte. Apesar dos assuntos sustentabilidade e esporte estarem presente em muitos diálogos e reportagens, ainda há pouca produção científica que relacionem os dois temas. Pois os esportes de natureza e o meio ambiente denotam uma conexão, entretanto a relação entre os dois nem sempre parece estar em harmonia.

Nos dias atuais o planeta caminha cada vez mais imperiosamente para um futuro que exige sustentabilidade e, com isso, novas práticas surgem e outras necessitam ser evitadas. Com o esporte não é diferente, por isso é necessário discutir os valores da prática esportiva e o equilíbrio da natureza.

É saudável, é viável, e é preciso que cada vez mais ocorra uma preocupação intensa com as mudanças globais e que a competição maior ocorra pela conservação e preservação da natureza.

REFERENCIAS

Maroun, K.; Vieira, V. **Impactos ambientais positivos são possíveis nos esportes praticados em ambientes naturais?** Rio de Janeiro: Epdeportes.com, 2013

DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL E A ATUAÇÃO DA SOCIEDADE NA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Data de aceite: 01/04/2024

Nilson Teixeira dos Santos Júnior

RESUMO: Esta pesquisa teve por objetivo avaliar quais foram as implicações Lei 12.305, de 02.08.2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos? Quais praticas empresas e sociedade podem contribuir para a aplicação da logística reversa de modo que possa garantir o Desenvolvimento sustentável?. Utilizou-se uma metodologia quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa se classifica como bibliográfica e documental; quanto aos objetivos, tratou-se de um estudo exploratório. Concluiu-se que maior participação da sociedade, permite assim a uso consciente dos recursos naturais cada vez mais escassos, onde abordar temas como sustentabilidade e logística reversa deveriam ser tratados desde os primeiros anos de vida escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos, Sustentabilidade, Logística Reversa.

ABSTRACT: This research aimed to evaluate what were the implications of Law 12,305, of 02.08.2010, which instituted the National Policy on Solid Waste? The dock

practices of companies and society can contribute to the application of reverse logistics in a way that can guarantee sustainable development. A methodology regarding technical procedures was used, the research was classified as bibliographical and documental; As for the objectives, it was an exploratory study. It is concluded that the greater participation of society thus allows a conscious use of increasingly scarce natural resources, when addressing issues such as sustainability and reverse logistics that should be addressed from the first years of school life.

KEYWORDS: Waste, Sustainability, Reverse Logistics

INTRODUÇÃO

Promulgada depois de tramitar por mais de 20 anos no Congresso Nacional, foi finalmente aprovado a Lei 12.305, de 02.08.2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico.

Os mercados estão cada vez mais exigentes e competitivos em torno dos impactos das ações que as empresas provocam sobre o meio ambiente. Os consumidores vêm progressivamente ganhando consciência sobre sua importância social para a modificação do posicionamento ambiental das empresas. Já parceiros, fornecedores e instituições fazem pressão para adequação dos aspectos ambientais associados aos processos produtivos. (MORAIS, et al., 2020)

O presente artigo vem, abordar a temática dos resíduos sólidos bem como a sua correta destinação sempre foi e será um tema atual e necessário para a sobrevivência não somente das organizações, mas também do ser humano, entender, compreender e tornar este elemento como de boas práticas permitirá a construção de novas metodologias voltadas a recuperação destes descartes. (MORAIS, et al., 2020)

Buscar promover e fomentar tal assunto deve ser uma prática habitual onde as empresas e a sociedade podem e devem contribuir, permitindo assim a uso consciente dos recursos naturais cada vez mais escassos, onde abordar temas como sustentabilidade, economia circular, logística reversa deveriam ser tratados desde os primeiros anos de vida escolar. (MORAIS, et al., 2020)

Atualmente, cresce cada vez mais a preocupação com a grande intensidade de resíduos que são descartados no meio ambiente pelas empresas e consumidores (VARGAS, VIEIRA e SILVA, 2016). Questões como o uso consciente de matérias-primas e descartes adequados de resíduos são assuntos relacionados a essa preocupação. Para Bassani (2016), o destino final dos resíduos traz muitos problemas ao meio ambiente, mas também pode trazer alternativas favoráveis para o mesmo, como reciclagem e reuso, e essas podem promover outras ações e oportunidades, resultando positivamente para as empresas e meio ambiente. (QUINTELO, et al., 2020)

O artigo vem mostrar como vem sendo tratado os resíduos sólidos e como a atuação da sociedade pode contribuir para a aplicação da logística reversa, garantindo assim o desenvolvimento sustentável.

MATERIAL E MÉTODO

Quanto aos objetivos, a pesquisa possui caráter exploratório. A pesquisa exploratória compreende o levantamento de informações do objeto ou campo estudado, estabelecendo um diagnóstico inicial deste, das condições e ações que expressa (SEVERINO, 2007).

Para atingir o objetivo dessa pesquisa, foi utilizada a metodologia exploratória por meio de uma abordagem quali-quantitativa, cuja técnica escolhida foi revisão bibliográfica.

Quanto à técnica de análise, fez-se uso da análise de conteúdo que, embora culmine em descrições numéricas de características, possui fortes resultados quali-quantitativos, uma vez que aproxima e categoriza informações mais praticadas e importantes para o alcance dos objetivos estabelecidos (BAUER, 2008).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa se classifica como bibliográfica e documental.

Ao se fazer uma seleção da base de dados para pesquisar o artigo científico foi analisado e selecionado com base em critérios e protocolos bibliográficos que passou a compor esse artigo.

Tem ênfase na pesquisa bibliográfica, pois Severino (p. 122, 2007) afirma que tal modalidade de estudo “é aquele realizado a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses, e etc.”

Além disso, é também documental, pois é elaborado a partir de material que não recebeu tratamento analítico. A análise documental são fontes ricas e estáveis e que fundamentam as afirmações do pesquisador além de completar informações obtidas por meio de outras técnicas. Constituem tais fontes: leis, regulamentos, ofícios, estatutos (LUDWIG, 2012).

Assim, para a realização deste trabalho, o caráter exploratório e bibliográfico serviu de base para a identificação dos campos de estudo, além de um levantamento dos autores que tratam do tema para compor o referencial teórico, dando embasamento à análise.

Utilizando essas orientações, os artigos que compõe esta pesquisa foram examinados e os principais resultados foram abordados, as principais fontes desta pesquisa giram em torno de 5 anos de publicados com poucas exceções, com isso o resultado foram desde a construção do problema até a forma como os artigos foram incluídos neste artigo.

RESÍDUOS SÓLIDOS E LEI 12.305/2010

Resíduo sólido é o material que resulta das atividades humanas, é popularmente chamado de lixo, podendo ser aproveitados tanto para reciclagem como para reuso.

Considera-se *resíduos sólidos* o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (AMADO, 2014)

Além disso, importante trazer ao estudo a contribuição de Machado quanto à conceituação de resíduo sólido:

O termo resíduo sólido, como o entendemos no Brasil, significa lixo, refugo e outras descargas de material sólido, incluindo resíduos sólidos de materiais provenientes de operações industriais, comerciais e agrícolas e atividades da comunidade, mas não incluem materiais sólidos ou dissolvidos nos esgotos domésticos ou outros significativos poluentes existentes nos recursos hídricos, tais como a lama, resíduos sólidos dissolvidos nas correntes de irrigação ou outros poluentes da água (2005, p.526).

Tramitou por mais de 20 anos no Congresso Nacional, foi finalmente aprovado a Lei 12.305, de 02.08.2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico.

A legislação (BRASIL, 2010) trouxe algumas inovações, entre elas se destacam, a proibição dos lixões (observada a regra de transição), a atribuição de responsabilidade às indústrias pela destinação dos resíduos sólidos que produzem, verdadeiro corolário do Princípio do Poluidor-pagador, a inclusão social das organizações de catadores, a logística reversa, que determina que fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores realizem o recolhimento de embalagens usadas, a responsabilidade compartilhada, que envolve a sociedade, as empresas, os governos municipais, distrital, estaduais e federal na gestão dos resíduos sólidos, a previsão dos planos de resíduos sólidos; A responsabilidade das pessoas de acondicionar de forma adequada o lixo para o seu recolhimento, devendo fazer a separação onde houver a coleta seletiva.

A legislação (BRASIL, 2010) prevê que a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deverá ser observada a seguinte ordem de prioridade não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

As pessoas físicas e jurídicas geradoras de resíduos sólidos, listadas no artigo 20, da Lei 12.305/2010, deverão implementar e operacionalizar integralmente o seu plano de gerenciamento de resíduos sólidos, cuja responsabilidade civil por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos persistirá, mesmo que tenha sido contratado terceiro para a prestação dos serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos. (AMADO, 2014)

Segundo Juscelino Kubitschek, sabemos que a política nacional de resíduos sólidos é uma lei que oferece métodos para se definir os planos, estratégias e metas de como gerenciar os resíduos sólidos, evitando os lixões e aterros controlados como destinação final. Esta lei tem como foco na redução de resíduos sólidos e traz como benefícios o tratamento de resíduos gerados, criando cooperativas e associação de catadores de materiais reutilizados e reciclados e priorizando sua participação nos sistemas de coleta seletiva. (NUNES MARSQUES e SANTOS, 2022)

A REALIDADE BRASILEIRA NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os desafios são diversos para serem superados, o processo básico da logística reversa funcione bem é necessária uma coleta seletiva efetiva. Com isso, poderá garantir o retorno do produto à cadeia de produção e o destino correto dos eventuais resíduos.

Os dados sobre a destinação do lixo no Brasil ainda são preocupantes, atualmente apenas 18% dos municípios brasileiros dispõe de coleta seletiva, somente 1055 cidade realizam a coleta seletiva, segundo o estudo Ciclossoft 2016, realizado pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE).

De acordo com levantamento da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), foram gerados 78 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Das quase 78 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos coletadas no Brasil anualmente, 42% ainda têm como destino lixões e aterros controlados, considerados ambientalmente inadequados. Apenas três setores industriais: alumínio, papel, plástico possuem considerável participação nas atividades de reciclagem no país e tem apresentado a evolução anual dos índices. (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2019)

Conforme menciona João Bosco Ladislau, na Amazônia, qualquer abordagem realista de seus problemas só é possível se a análise dos mesmos incluir o que é chamado de “sistema homem”. Isto coloca como imperativo à sustentabilidade na região, inclusive para o enfrentamento das questões referentes aos resíduos sólidos, a ação de homens que, além de tudo, entendam-na e amem-na, tanto quanto a seu povo, profundamente. Homens, porém, distantes da vaidade e próximos, portanto, da reafirmação e da beleza da vida.

Na Amazônia não se contempla uma preocupação efetiva com o meio ambiente, nem costuma motivar a sociedade a se posicionar. Ao que se refere aos resíduos sólidos, as cidades da Amazônia não têm desenvolvido políticas que possam inovar, e conseguir certo comprometimento do setor empresarial.

Para Ladislau, atualmente, nos municípios da Amazônia, quando muito, tem prevalecido uma preocupação voltada apenas para a realização da coleta do lixo, não se estabelecendo quaisquer iniciativas que tenham como foco uma mudança de comportamento na relação que o cidadão tem com os resíduos que produz.

O isolamento, a falta de logística e a mobilidade, das inundações constantes, com baixo poder aquisitivo à população, são motivos que afastam as possibilidades de investimento privado neste mercado. Como não bastasse a Geografia dos municípios amazonenses apresentam como fator adverso um grande volume de água, deixando pouco ou nenhum espaço para a locação de lixeiras públicas, isso é feito com que algumas prefeituras adotam o sistema alternativo absolutamente inaceitável que consiste em enviar o lixo coletado para depósito em outro município, em total desrespeito à lei que estabelece a competência/obrigação do município para cuidar do seu próprio lixo (KUBITSCHKE, 2022)

Em Manaus no ano de 2013, 163 toneladas de lixo reciclável eram coletadas mensalmente, equivalente a apenas 0,17% de todo o lixo produzido, de acordo com a Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos (SEMULSP).

A atividade de coleta seletiva em Manaus ainda é pequena, mas já alcança um aumento de eficiência, o que influenciou um aumento significativo no índice de recuperação de materiais recicláveis em Manaus, nos últimos 3 anos. De 2013 aos primeiros meses de 2016, a taxa de reciclagem (com base no serviço público de coleta de lixo) saltou de 0,17% para 3%. (MAFRA, et al., 2020)

GOVERNANÇA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Cavalcanti 2004, ao tratar do tema da governança ambiental no Brasil, chama a atenção para a incongruência entre os avanços no que concerne aos arranjos institucionais, normas e leis do país em torno da questão ambiental e do atraso relativo à esfera das suas implementações.

o autor institui atribui o descompasso, entre outros fatores, ao imediatismo das políticas econômicas centradas na ideia reducionista, ou melhor, no credo inarredável do desenvolvimento como um crescimento econômico, verdadeiro valor cultural disseminado na nossa sociedade. Isso se reflete, inclusive, no papel marginal do Ministério do Meio Ambiente vis-à-vis os demais, sobretudo as áreas econômicas do governo, como o Ministério do Planejamento.

É necessário compreender essa dinâmica de isenção do país na economia mundial e nos ideais de governança global e vigor. Só assim entenderemos o desafio da governança ambiental para uma sociedade sustentável. Infelizmente, boa parte do volume produzido pelo lixo vai parar em aterros sanitários e 1.647 cidades não tem qualquer estrutura de cada seletiva. Resumindo: produzimos muito lixo destinamos mal. (Kubitschek, 2022)

A incorporação dos discursos sobre sustentabilidade vem crescendo ao longo dos anos, após a ECO-92, trazendo os elementos necessários para o engajamento efetivo dos governos, das empresas e da sociedade civil em busca do desenvolvimento sustentável (PEREIRA et al., 2013).

O termo sustentabilidade começou a ganhar conotação empresarial a partir da Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países e a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, marcou a forma como a humanidade encara sua relação com o planeta. Foi nesse momento que a comunidade política internacional admitiu que era preciso conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a utilização dos recursos da natureza (BRASIL, 1992). O mesmo movimento ocorre no que diz respeito à sustentabilidade. (MORAIS et al., 2020)

SOCIEDADE DE CONSUMO

A sociedade contemporânea caracteriza-se pelo “consumo de massa”, o que significa adquirir produtos confeccionados em larga escala para suprir de forma rápida e satisfatória um mercado global cada vez maior, permitindo ao consumidor abundância e variedade. O consumo é parte indissociável do cotidiano de todos os cidadãos pelos mais variados motivos, que podem ser considerados como necessidades, desejos, confortos etc. (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2019)

No campo social, houve a intensificação da cultura e ideologia em direção ao desenvolvimento e promoção de modos de pensamento e comportamento mais individualistas. Nesse contexto, o consumismo passou a ser um dos instrumentos do novo capitalismo (BAUMAN, 2008).

A sociedade de consumo não se designa apenas pela profusão dos bens e dos serviços, mas pelo fato ainda mais importante de que tudo é serviço: o que se oferece para consumir nunca se apresenta como produto puro e simples, mas como serviço pessoal e como gratificação (BAUDRILLARD, 2006).

CONDUTAS RESPONSÁVEIS E O DESCONSUMO

Restou instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, que engloba os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, que independe da existência de culpa. (AMADO, 2014)

A reciclagem não trata somente da simples transformação de embalagens, mas sim de um grande processo, que se inicia com a coleta seletiva e impõe ao consumidor um papel fundamental na separação dos resíduos sólidos urbanos, permitindo uma gestão mais racional dos recursos e evitando um destino mais oneroso ao Estado.

É importante falar nos catadores de materiais recicláveis que desempenham um papel fundamental na implementação da PNRS, atuando na coleta coletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, envolvendo todos os agentes do ciclo de materiais - geradores iniciativa privada transportadores e esticadores. (KUBITSCHKE, 2022)

É um tratamento dado ao resíduo que começa na fonte geradora (consumidor), com a segregação ou separação dos materiais entre orgânicos e inorgânicos e, na sequência, a deposição e destinação, que poderá ser colocada na porta de cada residência, estabelecimento comercial ou indústria.

A decisão de comprar, de como comprar e a escolha de determinado produto é um dos fatores determinantes na prevenção dos resíduos. As legislações ambientais têm

adotado o princípio da responsabilidade compartilhada na atribuição de encargos ambientais para aqueles que contribuem para degradação planetária. Sobre esta responsabilização, há muita divergência no juízo de que os consumidores são “produtores de resíduos” e são partes nesta obrigação. (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2019)

O ato de consumir envolve fatores jurídicos, sociais, econômicos e até mesmo psicológicos, que integra uma ligação na sociedade como um todo, justificando a necessidade da proteção jurídica com a finalidade de estabelecer direitos e deveres de consumidores e fornecedores.

O consumidor tem total responsabilidade na prevenção de resíduos sólidos domésticos, passando por medidas efetivas já consagradas na lei, bem como, outros comportamentos a serem adotados quando da deposição dos resíduos oriundos do consumo.

Isso representa a consagração legal da responsabilidade do consumidor na prevenção dos resíduos sólidos urbanos

Os consumidores estão obrigados a devolver os referidos produtos e embalagens após o uso aos comerciantes ou distribuidores, assim como outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, devendo acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. (AMADO, 2014)

Uma das grandes questões que se coloca atualmente é o excesso de consumo e a sua relevância como motivo da atual crise ambiental.

É no ato de abstenção de consumir: o desconsumo, que a prevenção dos resíduos encontra o seu maior êxito. O consumidor tem a oportunidade de escolher o modo de agir e com isto está exercitando seu dever e responsabilidade para com a prevenção dos resíduos, resultando em ação positiva.

No parecer de Aragão (1999, p. 6), o consumidor pode satisfazer as suas necessidades sem adquirir ou acumular levemente bens materiais, e dessa forma respeitar um limite substantivo ao direito de consumir, é um dever dos consumidores face à sociedade.

É importante que todos se dêem conta que, ao consumir exageradamente ou ao omitir-se, estão colaborando para a extinção dos recursos naturais. Assim, através de práticas diárias, pode o consumidor fazer sua parte e contribuir em muito para a preservação do meio ambiente. Isso pode ocorrer através de práticas negativas (por exemplo, deixar de comprar um produto explorado irracionalmente) e por práticas positivas (por exemplo, apontar o uso racional da água para um empregado encarregado da limpeza) (FREITAS, 2005, p. 240).

Conforme assinala Portilho (2005, p. 23), o consumo total da economia humana tem excedido a capacidade de reprodução natural e assimilação de rejeitos da ecossfera, enquanto fazemos uso das riquezas produzidas de uma forma socialmente desigual e injusta. Essas duas dimensões, exploração excessiva dos recursos naturais e iniquidades

inter e intrageracional na distribuição dos benefícios oriundos dessa exploração, conduziram à reflexão sobre a insustentabilidade ambiental e social dos atuais padrões de consumo e seus pressupostos ético-normativos.

Assim, o modelo econômico atual traz consigo o desenvolvimento tecnológico, criado e gerado para o conforto e o bem-estar do indivíduo, levando à intensificação do uso de materiais descartáveis, ocasionando, por conseguinte, um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo indivíduo. (LIMA, 2012)

Alguns fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Segundo Chaves e Martins apud Costa (2006, p.4)

“o processo gerencial da Logística Reversa é responsável por tornar possível o retorno de materiais e produtos, após sua venda e consumo a seus centros produtivos e de negócios, por meio de canais reversos de distribuição, agregando valores aos mesmos”.

A logística reversa será implementada mediante a implantação de procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas, da disponibilização de postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis e de atuação em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. (AMADO, 2014)

A logística reversa oferece diversas vantagens para as organizações, para a sociedade e para o meio ambiente. Contudo, sua implementação apresenta algumas dificuldades e até mesmo algumas desvantagens. Conforme a literatura, a logística reversa proporciona mais vantagens do que desvantagens, podendo ser um diferencial competitivo, reduzindo custos e gerar rentabilidade para as organizações, bem como, possibilita atender as especificações das leis ambientais vigentes, mantendo uma política de sustentabilidade como forma de marketing verde (ROSA; MAAHS, 2016; SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010).

A metodologia da logística reversa estruturada busca um convívio não agressivo ao meio ambiente, o que proporciona a empresa maior eficiência em seus processos produtivos, e que ao invés de custo é uma oportunidade de redução de custos e agregação de valor à marca perante a sociedade na qual está inserida (LEITE 2003).

Neste mesmo delineamento, Rosa e Maahs (2016) abordam que é necessário um grande planejamento a longo prazo e controle de todo o ciclo de vida do produto, de investimento financeiro, englobando custos adicionais com estoque e mão de obra, investimento em sistema de informação, de sistema de comunicação, investimento em tecnologias, relações colaborativas entre organização e clientes e formação de novas parcerias com outras empresas. (Morais, et al., 2020)

Segundo Faria et al. (2016), a logística reversa torna-se uma grande aliada das empresas que buscam se diferenciar no mercado, desde o ponto da geração de economia de matéria-prima até a questão ambiental, legal e social, pois todo o material que por ventura venha a ser considerado rejeitado, refugo ou fora de especificação retorna para o início da cadeia produtiva possibilitando gerar menos gastos financeiros e ambientais. (Morais, et al., 2020)

A resposta do consumidor aos apelos ambientais se deve cada vez mais em função da crença que estes têm no produto adquirido. Os produtores podem alargar as informações de tal forma a influenciarem positivamente a sua contribuição na resolução dos problemas ambientais. (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2019)

Em sendo assim, temos que os fornecedores devem atender ao princípio da responsabilidade corporativa que constitui na efetivação do papel social das empresas em envolver a comunidade a qual a companhia está inserida em iniciativas de interesse geral, neste caso, a defesa do ambiente. (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2019)

CONCLUSÃO

O presente artigo é resulta de uma pesquisa sobre a experiência com operações urbanas no Brasil e o cumprimento dos objetivos proferidos pelo Estatuto da Cidade de transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental, bem como da agenda da reforma urbana de uma forma mais ampla. Entretanto, os projetos vêm sendo criticado por pouco passarem de obras viárias, com baixos benefícios urbanísticos e atendimento das demandas da população local (SIQUEIRA e SOUZA, 2020). A pesquisa veio questionar se a falta de participação social na elaboração, implantação, monitoramento e revisão das Operações Urbanas Consorciadas não é uma das fragilidades dos projetos que poderia levar a tais resultados.

A pesquisa indicou que após dez anos da promulgação da Lei N° 12305/08/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ainda há falta de conhecimento da sociedade para que se possa ampliar a logística reversa com grande atuação da sociedade.

Com estas análises, destacamos que há necessidade de uma maior abrangência dos governos e das instituições de ensino divulgar esta temática ambiental reforçando a existência de uma legislação específica para a reciclagem.

Uma das possibilidades viáveis seria a implantação real da Política Nacional dos Resíduos Sólidos visando buscar uma solução mais eficiente para a reciclagem das garrafas PET pós consumo e tratá-la como uma logística reversa das embalagens e apropriar as responsabilidades a todos os atores envolvidos diretamente ou indiretamente no problema. (MAFRA, et al., 2020)

O artigo buscou promover e fomentar tal assunto deve ser uma prática habitual onde as empresas e a sociedade podem e devem contribuir, permitindo assim a uso consciente

dos recursos naturais cada vez mais escassos, onde abordar temas como sustentabilidade, economia circular, logística reversa deveriam ser tratados desde os primeiros anos de vida escolar. (MORAIS, et al., 2020)

REFERÊNCIAS

AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. Direito ambiental esquematizado / Frederico Augusto Di Trindade Amado. – 5.^a ed. – Rio de Janeiro : Forense ; São Paulo : MÉTODO, 2014.

ARAGÃO, Maria Alexandra de Sousa. Instrumentos científicos e instrumentos jurídicos: perspectivas de convergência rumo à sustentabilidade no direito comunitário do ambiente. Revista Jurídica do Urbanismo e do Ambiente, n. 20, dez. 2003.

BASSANI, M. F.; MACKE, J. **A Logística Reversa e a Responsabilidade Social nas Empresas.** Revista de Administração e Comércio Exterior. v 2, n. 1, p. 61-74, set. 2016.

BAUDRILLARD, Jean. **A sociedade de consumo.** Lisboa: Edições 70, 2000.

BAUER, M. W. Análise de Conteúdo Clássica: uma revisão. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2008

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para o consumo:** A transformação das pessoas em mercadorias. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BRASIL – LEI Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em 23 agosto 2023.

BRASIL – Senado Federal - Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dospaises.aspx> Acesso em 20 agosto 2023.

CAVALCANTE, Clóvis. Características da governança ambiental no Brasil. In: XXIV reunião da ABA. "antropologia e a práxis socioambiental". Anais... Olinda, Pernambuco. 2004.

GANDRA, Alana. Agencia Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe> Acesso em 10 de junho 2023

KUBITSCHKEK, Juscelino. Direito e governança ambiental na Amazônia José Roque Nunes Marques e Ronaldo Pereira Santos. São Paulo: Alexa Cultural, Manaus: EDUA, 2022

LADISLAU, João Bosco. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/49780/> Acesso: 15 de junho 2023

LEITE, P. R. Logística Reversa. Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIMA, Cyntia Costa de. *Gestão de Resíduos Plásticos Na Cidade De Manaus à Luz Da Política Nacional De Resíduos Sólidos: Uma Contribuição À Implantação De Logística Reversa*. 2012. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/2064?mode=full> Acesso Em 20 De Agosto De 2023

LUDWIG, Antônio Carlos Will. *Fundamentos e prática de Metodologia Científica*. 2.ed. -Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

MAFRA, Elane de Souza; NASCIMENTO, Tássia Patricia Silva do; SILVA, Marcos Carneiro da. O HORIZONTE LOGÍSTICO AMAZÔNICO: UMA VISÃO DOS PROCESSOS FRAGMENTADOS DE RESÍDUOS EM MANAUS. *Revista de Estudos Amazônicos – UFAM* ISSN (impresso): 1518-4765 / ISSN (eletrônico): 2316-4123 ANO 20, nº 1, Jan./Jun. 2020

MORAIS, Marcos de Oliveira; BREJÃO, Antônio Sérgio; SILVA, Uillicre Jaquison da; NETTO, João Salles. Dez anos da política nacional de resíduos sólidos: um estudo comparativo entre 2011 e 2020 sobre o entendimento dos consumidores referente ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos. DOI:10.34117/bjdv6n11-553

PORTILHO, Fátima. *Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania*. São Paulo: Cortez, 2005.

QUEIROZ, Raquel Bueno. OLIVEIRA, Fabiane Queiroz de. *Direito ambiental na atualidade: homenagem ao Dr. João José Bigarella / Coordenado por Alaim Giovani Fortes Stefanello et al.* – Curitiba: OABPR, 2019.

QUINTELO, Lorena Gomes; SOUZA JÚNIOR, Armando Araújo de; MORAES, Ana Flávia de. Logística reversa e reaproveitamento sustentável: um estudo de caso em uma empresa recicladora de resíduos localizada na cidade Manaus/AM. *Scientia Amazonia*, v. 9, n. 1, CS1-CS9, 2020 Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org> ISSN:2238.1910

ROSA, F. P. da.; MAAHS, T. R. Logística reversa: uma alternativa para redução de custos e impactos ambientais das organizações. *Revista ESPACIOS*, v. 37, n. 27, 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez, 2007. 305p.

VARGAS, S de; VIEIRA, G. B. B.; SILVA, R. M. da. As Práticas de Logística Reversa em um Grupo de Empresas Metalúrgicas Localizado no Sul do Brasil. **Revista Organizações em Contexto**. v. 12, n 24, p. 91 – 116, jun.-dez. 2016.

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE PONTA GROSSA - PR: APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS R E OPENAIR

Data de aceite: 01/04/2024

Leonardo José Rossoni Quadros

Bolsista voluntário. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil
<https://lattes.cnpq.br/1231757699312321>

Yara de Souza Tadano

Docente no DAMAT. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil
<https://lattes.cnpq.br/1411041491592598>

RESUMO: O material particulado com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 2,5 micrômetros ($PM_{2,5}$) é um poluente atmosférico que pode provocar doenças respiratórias e circulatórias na população. Seus mecanismos de ação no corpo humano ainda foram pouco desvendados e medidas já vêm sendo tomadas para diminuir a exposição deste poluente à população. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise de dados de qualidade do ar, com foco no $PM_{2,5}$, da cidade de Ponta Grossa, Paraná, utilizando a ferramenta estatística R e o pacote *OpenAir*. Os dados diários, de outubro de 2016 até abril de 2018, foram aplicados em diversas funções do pacote *OpenAir* e os gráficos e valores

obtidos foram utilizados para determinar, de modo geral, a qualidade do ar da cidade paranaense. O presente estudo constatou que a cidade apresentou considerável melhora no decorrer do tempo observado e identificou como, possivelmente, as principais fontes de emissão de $PM_{2,5}$, a combustão veicular e doméstica.

PALAVRAS-CHAVE: material particulado; qualidade do ar; saúde; *OpenAir*.

ANALYSIS OF AIR QUALITY DATA IN THE CITY OF PONTA GROSSA - PR: APPLICATION OF R AND OPENAIR TOOLS

ABSTRACT: The particulate matter with an aerodynamic diameter equal or less than 2.5 micrometers ($PM_{2,5}$) is an atmospheric pollutant that can lead to respiratory and circulatory diseases in the population. $PM_{2,5}$'s action mechanisms in the human body are still poorly understood and measures have already been taken to lessen this pollutant's exposure to the population. The objective of this work was to make a statistical analysis of the air quality data, focused on $PM_{2,5}$, in the city of Ponta Grossa, Paraná, utilizing the statistical tool R and the *OpenAir* package. Daily data, from october 2016 to

april 2018, were fed to many OpenAir functions and the graphs and values obtained were utilized to generally determine the air quality in the city. The present study concluded that the city has shown improvement in air quality at that timespan and the main sources of emissions were, possibly, car and residential combustion processes.

KEYWORDS: particulate matter; air quality; health; OpenAir.

INTRODUÇÃO

A inalação de $MP_{2,5}$ pode acarretar diversos problemas respiratórios e circulatórios. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA, 2023) apresenta uma lista destes problemas, incluindo ataques cardíacos não fatais, arritmia cardíaca, asma e função pulmonar diminuída. Estes efeitos são variáveis de organismo para organismo e de acordo com a concentração de $MP_{2,5}$ no ar inalado.

Como Enstrom (2005) situa para os EUA, as diretrizes de qualidade do ar feitas sob estudos de coorte poderiam apresentar resultados diferentes para diferentes locais do país. O mesmo se aplica ao Brasil e ao mundo, pois em cada localidade podem ser observadas composições de $MP_{2,5}$ diferentes, além de diferentes estilos de vida de cada população, o que dificulta ainda mais a criação de padrões (diretrizes) para a qualidade do ar.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão responsável por estabelecer diretrizes de qualidade do ar. Em 2018, com a resolução n. 491, a CONAMA estabeleceu um padrão de qualidade do ar para o $MP_{2,5}$. A primeira meta estabelece uma média diária de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O ponto final da resolução ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de média diária e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de média anual) encontra-se desatualizado em relação à última diretriz da Organização Mundial da Saúde (OMS), ainda que seja compreensível tal fato, visto que a Resolução 491/2018 foi publicada 3 anos antes.

Este trabalho realizou uma análise dos dados de qualidade do ar referentes a cidade de Ponta Grossa (PR) entre os meses de outubro de 2016 e abril de 2018. A análise tem como objetivo explorar a ferramenta R e o pacote *OpenAir* para análises de qualidade do ar, assim como expor as principais fontes de emissão do poluente $MP_{2,5}$ na cidade. Além disso, o trabalho busca identificar se as concentrações medidas em Ponta Grossa (PR) apresentaram piora na qualidade de vida da população através da correlação entre as concentrações do poluente e as internações por doenças respiratórias e circulatórias.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão apresentadas as principais características do $MP_{2,5}$. O $MP_{2,5}$ pode ser primário (emissão direta na atmosfera) ou secundário (formação por reações químicas enquanto em suspensão) e sua composição é diversa, podendo apresentar aerossóis de nitrato, sulfato e outros. Suas fontes de emissão são das mais variadas – desde escapamentos de carro e fornalhas metalúrgicas até a própria neblina.

Além disso, o diâmetro aerodinâmico do material particulado influencia seu tempo de meia vida na atmosfera, fazendo com que partículas permaneçam em suspensão durante mais tempo que outras. Quanto mais próximo de $1 \mu\text{m}$ for o diâmetro aerodinâmico, maior será o tempo que a partícula permanecerá em suspensão.

Vale salientar que existe uma problemática com relação ao material particulado 2,5-10 μm ($\text{MP}_{2,5-10}$), visto que estes compreendem as partículas que residem na atmosfera por maior tempo. A remoção do $\text{MP}_{2,5-10}$ da atmosfera ocorre principalmente por meio da deposição úmida (processo que envolve chuva, neblina ou afins), visto que os demais processos são insignificantes (BRITO et al., 2018).

Logo, vê-se que regiões muito secas, com baixos índices pluviométricos, sofrem com uma maior acumulação de material particulado, tornando-se um risco ainda maior para a população. Além disso, em regiões metropolitanas com alta densidade de prédios, os processos de advecção e convecção que contribuem para o deslocamento do material particulado é dificultado, aumentando a concentração local de $\text{MP}_{2,5}$.

METODOLOGIA

Para analisar os dados de qualidade do ar da cidade de Ponta Grossa foram realizados dois procedimentos, a coleta dos dados e a escolha da abordagem para a análise.

Os dados de concentração de $\text{MP}_{2,5}$ foram obtidos por Nishida (2018), sendo que foi utilizado um impactador *Harvard*, equipamento manual que utiliza filtros para coletar o poluente e aferir a massa total observada pela diferença de peso entre o filtro com e sem material acumulado. A concentração foi calculada pela massa do poluente identificada no filtro (μg) multiplicado por mil sobre o produto entre a vazão de ar passante pelo filtro (L/min) e o período de coleta (min) (POLEZER, 2015). A concentração final é dada em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os dados atmosféricos, como temperatura, pressão e umidade relativa do ar foram obtidos com o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e os dados de internação coletados do site do DATASUS, referentes aos dados do Sistema Único de Saúde (SUS) (SILVA, 2019).

Os dados foram coletados na Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) no centro da cidade de Ponta Grossa – PR (Figura 1). A escolha do local ocorreu por diversos fatores, como possibilidade de acesso diário, disponibilidade de energia elétrica, facilidade de instalação do equipamento e por ser um espaço aberto - permitindo uma amostragem representativa da concentração que atinge os transeuntes (Nishida, 2018).

Com relação às coletas, Nishida (2018) descreve que foram realizadas diariamente entre os dias 28 de novembro de 2016 e 1 de julho de 2018. As amostragens foram realizadas utilizando filtros de policarbonato por ser um material inerte.

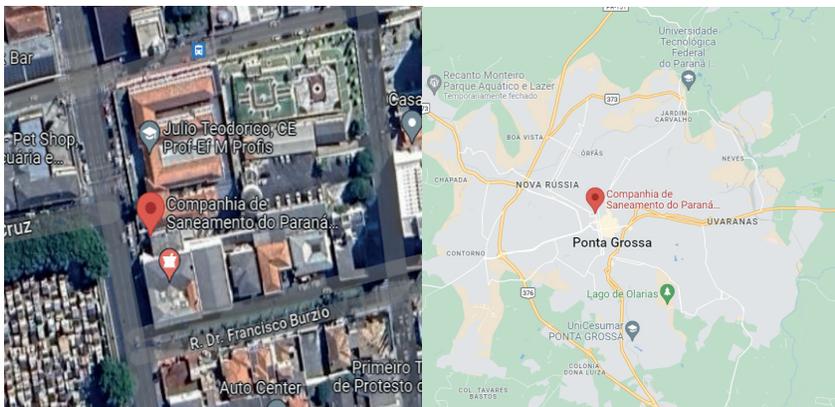


Figura 1 – Ponto de coleta dos dados (SANEPAR, Ponta Grossa – PR).

Fonte: Google Maps (2023).

A ferramenta utilizada para realizar este trabalho é o pacote *OpenAir*, desenvolvido por David Carslaw, Jack Davison e Karl Ropkins (Carslaw, D. C. e K. Ropkins, 2012) para uso no *software* R. As funções provenientes do pacote têm por finalidade a análise de dados de qualidade do ar e, por consequência, foram utilizadas para realizar a análise dos dados de Ponta Grossa com relação ao MP_{2,5}.

Os poluentes atmosféricos se espalham pela atmosfera de diferentes maneiras. Dentre elas, os poluentes podem ser carregados pelo vento, dispersados por convecção e afins. Assim, para nortear as análises, as funções apresentadas pelo *OpenAir* geram, em sua maioria, um gráfico polar compreendendo Norte, Sul, Leste e Oeste e utiliza as direções do vento para espacializar os dados obtidos. As funções que não apresentam gráficos polares exibem, de alguma outra forma, as intensidades e direções dos ventos, sabendo que estes valores são significativos para análises de qualidade do ar.

A escolha da ferramenta e do pacote ocorreu pela fácil aplicação dos métodos, confiabilidade dos resultados e por serem gratuitos. Pesquisas como a presente são importantes para a divulgação, não somente de resultados significativos para a problemática ambiental e de saúde, mas também para a divulgação de ferramentas como o *OpenAir* – gratuita e útil para estes fins.

Diversas funções foram utilizadas durante a análise, sendo descritas as mais utilizadas. A função *summaryPlot* deve sempre preceder as análises realizadas no R junto ao *OpenAir*. Ela reúne todos os dados em apenas um gráfico, possibilitando uma compreensão geral dos valores e dando uma perspectiva de quais devem ser os próximos gráficos gerados (dependendo da análise que se deseja fazer).

Esta função apresenta a média dos dados válidos no período de tempo considerado, quais dados estão faltando neste período, máximos, mínimos, mediana e diversas outras informações (curva dos dados, percentual do total, data, etc.). Todos estes dados são calculados para cada coluna da tabela (ou cada variável numérica da base de dados).

A função *polarPlot* exibe os dados dispostos num gráfico polar atribuindo a cada combinação de velocidade do vento e direção do vento uma concentração do poluente. Desta forma, a angulação dada pela direção do vento (de onde o vento está vindo) atribui uma posição no círculo e a velocidade do vento define a distância que terá do centro.

Esta função é de grande utilidade para observar a distribuição das concentrações e identificar as possíveis fontes dos poluentes. O gráfico gerado proporciona uma análise precisa quando observadas as concentrações de diferentes tipos de poluentes simultaneamente, assim como distribuição de poluente por velocidade do vento – por exemplo, concentrações altas em velocidades do vento altas são um indício de que a fonte é geradora de pluma. Pode ser utilizada em conjunto a um mapa, para melhor espacializar as distribuições de vento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do gráfico gerado pela função *summaryPlot* (Figura 2), pode-se identificar dois períodos de maiores concentrações de $MP_{2,5}$ na atmosfera (de outubro a dezembro de 2016 e de julho a setembro de 2017). Desta forma, como ponto de partida da análise, foram explorados estes dois espaços de tempo isoladamente, além da análise geral dos dados.

Pela Figura 2, observa-se que algumas variáveis apresentam comportamento senoidal, como a temperatura diária média e as internações por doenças respiratórias. Este comportamento sugere que durante as estações frias há o aumento de ocorrências de doenças respiratórias, algo que não é observado para as doenças circulatórias que, aparentemente, não seguem um padrão durante o ano.

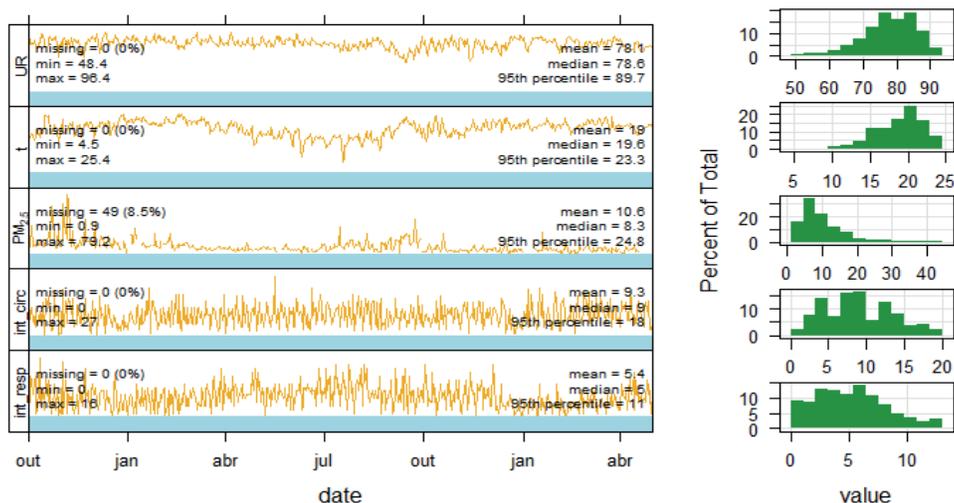


Figura 2 - *SummaryPlot*, de cima para baixo umidade relativa do ar, temperatura diária média, concentração de $MP_{2,5}$, internações por doenças circulatórias e por doenças respiratórias.

Fonte: Autoria Própria (2023).

Pode-se ainda observar que, a maioria das variáveis possuem uma distribuição normal ou de Poisson, e por esta razão, muitos estudos que avaliam os impactos da poluição atmosférica na saúde populacional utilizam modelos de regressão estatística que tomam como base estas distribuições (TADANO, et al., 2012).

Para conferir se os episódios referentes ao final de 2016 realmente são atípicos, é possível utilizar as funções *calendarPlot* e *polarPlot*. Para anotar os valores mais discrepantes deste período foi utilizada como referência a média diária referente ao percentil 95%, equivalente a $46,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. E, por fim, os dados serão comparados com os três primeiros meses de 2017, com o intuito de desvendar a inconsistência das concentrações apresentadas na linha referente ao $\text{MP}_{2,5}$ na Figura 2.

A diminuição das médias trimestrais, percebido pela diferença entre as escalas da Figura 3 (c) e (d) é um indicativo de que os valores médios diários de concentração de $\text{MP}_{2,5}$ no final de 2016 são, no geral, mais altos que os do início de 2017. Desta forma, uma comparação direta entre os valores diários pode ser enganosa, sendo uma comparação entre a frequência de episódios de alta mais precisas. Assim, percebe-se pelas Figuras 3 e 4 (a) e (b) que a frequência de ocorrência destes episódios em 2016 é baixa (1 vez por direção do vento, quando há altas concentrações). Concluiu-se que estes episódios são, muito possivelmente, atípicos (independentemente da causa, como as condições de dispersão atmosférica).

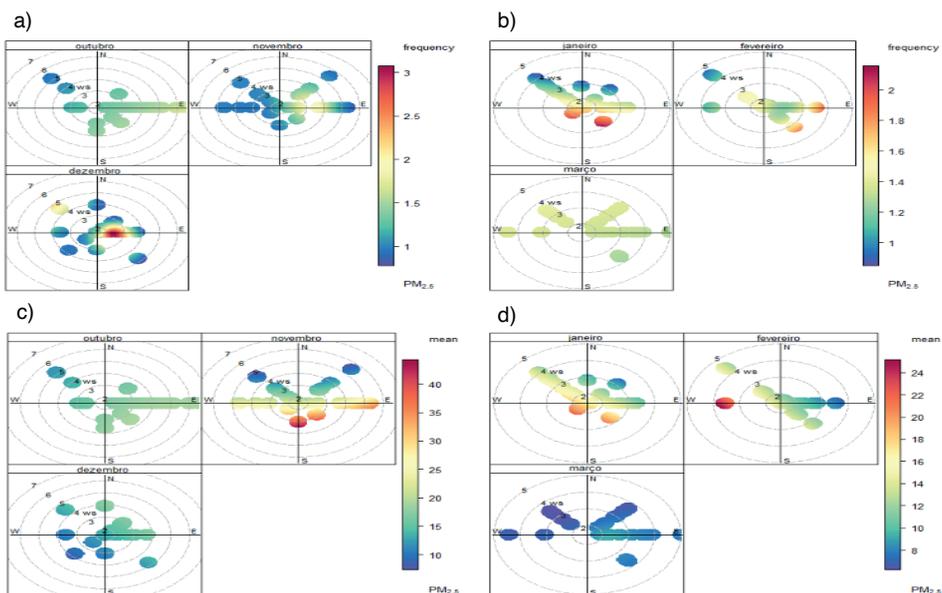


Figura 3 - *polarPlot* de outubro a dezembro de 2016 (a, c) e janeiro a março de 2017 (b, d) para as estatísticas de frequência e média.

Fonte: Autoria Própria (2023).

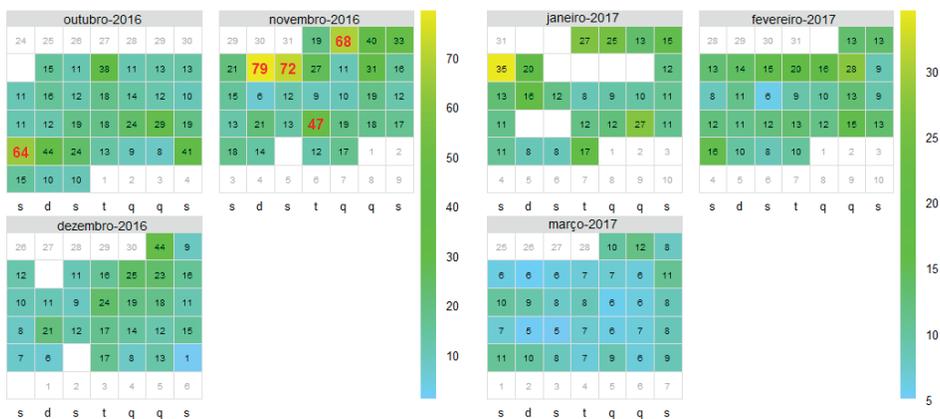


Figura 4 - *calendarPlot* dos meses de outubro a dezembro de 2016 (a) e janeiro a março de 2017 (b) com valor anotado de concentração média diária.

Fonte: Autoria Própria (2023).

Nesta análise, as funções se complementam. Enquanto o *calendarPlot* (Figura 4) oferece uma perspectiva temporal e isolada dos episódios em seus respectivos dias, o *polarPlot* apresenta dados estatísticos relevantes para a interpretação desta distribuição, como a média e a frequência de ocorrência. Isso possibilita que casos atípicos, como a alta concentração registrada no vento a noroeste na primeira semana de novembro de 2016, sejam percebidos e não afetem a análise do restante dos dados.

Com relação ao período de tempo referente aos meses de julho a setembro de 2017, é possível realizar o mesmo caminho de análise. Desta vez, contudo, é possível observar a progressão do aumento e diminuição das concentrações através do tempo. Assim, serão comparados 3 períodos de 3 meses do ano de 2017, um período antes e um depois do aumento das concentrações de $MP_{2,5}$ na atmosfera. Visto que este ano apresentou concentrações consideravelmente mais baixas, a referência considerada foi o ponto final (PF) da resolução 491 da CONAMA (concentrações boas são menores ou iguais à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de poluente).

Por meio das Figuras 5 e 6, nota-se que, diferentemente do período de 2016, os episódios de maiores concentrações de $MP_{2,5}$ na atmosfera em 2017 foram recorrentes durante um longo período de tempo (de julho a setembro) em comparação com os três meses anteriores e posteriores a este período, principalmente durante o mês de setembro.

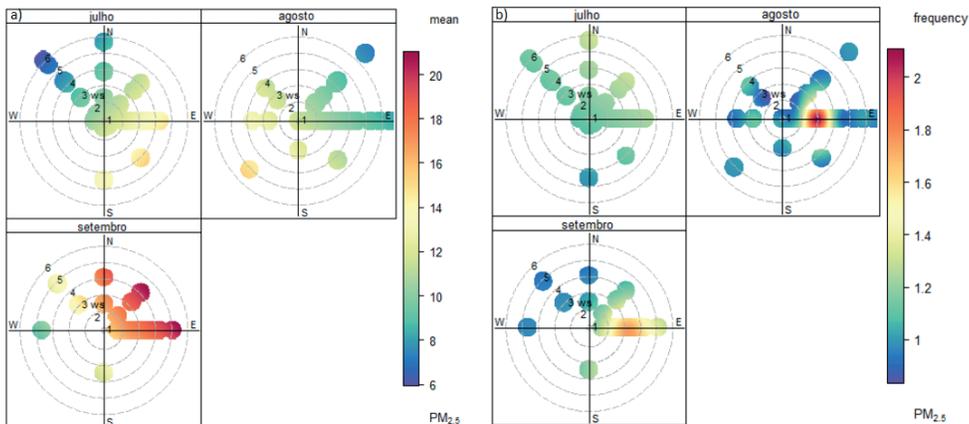


Figura 5 - *polarPlot* dos meses de julho a setembro de 2017 para as estatísticas de média e frequência.

Fonte: Autoria Própria (2023).

Vê-se que, além do aumento na média das concentrações entre julho e setembro, a frequência de episódios próximos ao PF também aumentou. Em paralelo, os períodos de abril a junho e outubro a dezembro apresentaram médias e concentrações máximas menores.

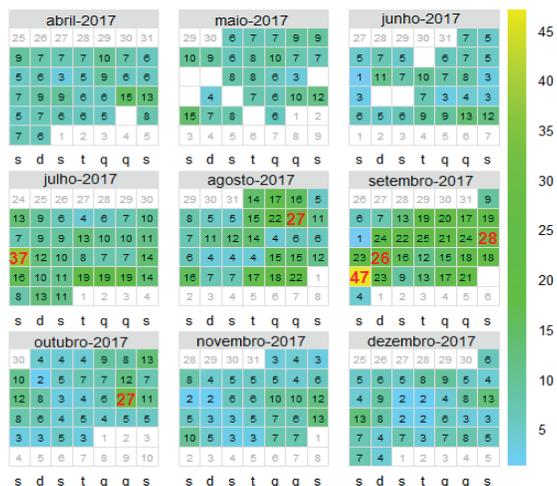


Figura 6 - *calendarPlot* dos meses de abril a dezembro de 2017 com valor anotado de concentração média diária.

Fonte: Autoria Própria (2023).

As causas destes aumentos podem variar e se tornam complexas demais para a análise que se pretende fazer. Pode-se especular que a discrepância nos valores comparado ao resto do ano foi devido ao aumento de processos urbanos de combustão (veicular e doméstica), fontes comuns de $MP_{2,5}$ segundo Tucker (2000). Além disso, observou-se uma média de umidade relativa do ar de 65% neste mês, sendo esse um fator agravante em potencial.

Contudo, é seguro dizer que, muito provavelmente, o aumento de episódios que extrapolaram o limite do PF não foram causados apenas pela má condição de dispersão (baixa umidade). Visto que, apesar da baixa umidade, os ventos continuaram sendo um fator de dispersão do poluente.

Por fim, para realizar uma análise geral dos 3 anos, os dados obtidos serão analisados conforme os padrões da nova diretriz de qualidade do ar publicada pela OMS (OMS, 2021) e os padrões da resolução 491 publicada pela CONAMA (CONAMA, 2018), respectivamente, 15 e 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para concentrações diárias e 5 e 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para a média anual. É de grande importância perceber que ambas as publicações foram realizadas após a coleta dos dados e não representam as diretrizes da época.

Destaca-se que 2017 manteve a média anual de 9,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mantendo-se no PF da Resolução CONAMA 491/2018. Quanto às médias diárias de concentração, o ano de 2017 registrou concentrações máximas menores do que o PF da CONAMA para 97% dos registros. Pode-se afirmar que o aumento nas concentrações observados nas Figuras 5 e 6 foram mitigados ao longo do tempo e não afetaram os padrões anuais da CONAMA.

Entretanto, para os novos padrões da OMS, o ano de 2017 ultrapassou o limite de 4 dias com concentrações superiores ao limite diário de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e também se manteve acima dos 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ previstos para a média anual. Dessa forma, a cidade não se manteve dentro dos padrões da OMS, mas se apresentou dentro dos limites estabelecidos para o último ponto intermediário da diretriz.

Enquanto isso, em 2018, os registros máximos se encontram dentro do PF para ambas as diretrizes, não tendo ultrapassado mais que 4 vezes os limites diários máximos. É importante destacar que seria necessário observar os dados do restante do ano para determinar se os limites diários de concentração foram cumpridos ou se os meses de julho a agosto contém um aumento periódico de episódios de alta concentração. No geral, percebe-se uma melhora considerável na qualidade do ar na cidade.

Com relação às implicações do poluente $MP_{2,5}$ na saúde populacional, o presente trabalho não identificou correlações entre as concentrações de $MP_{2,5}$ e as internações por doença respiratória e circulatória nos testes realizados no *software* R (correlação de *Spearman*, *Pearson* e *Kendall*). O valor de *p* mais baixo foi encontrado no teste de correlação de *Kendall* e é igual à 0,2859, indicando uma tendência não linear dos dados. Este resultado pode ser consequência da escolha exclusiva de dados de internações pelo registro do SUS, desconsiderando os demais, como os dados de clínicas particulares ou planos de saúde, internações contabilizadas em outros municípios, indivíduos que não buscaram ajuda médica e demais fatores.

CONCLUSÕES

Observou-se que a ferramenta estatística R e o pacote *OpenAir* apresentam grande utilidade e simplicidade de execução, são facilmente obtidos e entregam bons resultados no processamento e análise de dados da qualidade do ar. A ferramenta *OpenAir* apresenta alta especificidade para este tipo de análise, visto que a grande maioria de suas funções leva em consideração as velocidades de vento, a direção do vento e o tempo, de forma que os dados sempre estão dispostos espacialmente, temporalmente ou ambos. Estes valores são importantes para considerar fontes de poluentes, condições de dispersão, tempo de permanência de poluentes na atmosfera (em casos de análises mais precisas e dados mais abundantes), etc. A aplicação de ferramentas como essas devem ser encorajadas a fim de divulgar a existência de tecnologias gratuitas e de bom rendimento. É importante também que seja mantido o trabalho cooperativo na produção de novas funcionalidades e correção/melhoramento do código.

Quanto à análise dos dados referentes à cidade de Ponta Grossa, pode-se perceber que as condições de qualidade do ar da cidade até o início de 2018 estavam caminhando para os limites “seguros” dispostos pela OMS e já estavam de acordo com a CONAMA. No entanto, é visto que a qualidade do ar pode ter afetado a saúde da população ao longo dos anos anteriores, propiciando piora na saúde pulmonar e circulatória. A umidade relativa do ar na cidade (majoritariamente acima de 70%) pode contribuir para uma maior deposição do material particulado e, apesar da ausência de ventos calmos (com velocidade menor que 0,5 m/s), entende-se que a ressuspensão do $MP_{2,5}$ é baixa e insignificante no quadro geral. A predominância de ventos a oeste sugere que as maiores fontes de $MP_{2,5}$ estejam a leste. Novos estudos devem ser realizados em busca destas fontes e dos meios para diminuir sua concentração direta ou indiretamente (através da diminuição nas emissões). Tendo em vista que a cidade não apresentou registros de ventos fortes, crê-se que as principais fontes são combustão veicular, comercial e residencial e não de processos industriais ou processos geradores de plumas. Finalmente, é interessante verificar os dados de incidência de doenças circulatórias e respiratórias na cidade de forma mais abrangente e, então, realizar novos testes, mais minuciosos, para determinar se, de fato, não existe correlação entre as concentrações de $MP_{2,5}$ na atmosfera e a saúde populacional.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 491 de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 19 nov 2018.
2. BRITO, G. F. da S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. **O impacto do material particulado na qualidade do ar**. Revista Virtual de Química, v. 10, n. 05, p. 1335-1354, 2018.

3. CARSLAW, D. C.; ROPKINS, K. **Openair — An R package for air quality data analysis**. *Environmental Modelling & Software*, [S.L.], v. 27-28, p. 52-61, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.09.008>.
4. DE SOUZA TADANO, Y.; UGAYA, C. M. L.; FRANCO, A. T. **Methodology to assess air pollution impact on human health using the generalized linear model with Poisson Regression**. In: *Air Pollution-Monitoring, Modelling and Health*. IntechOpen, 2012.
5. ENSTROM, J. E. Fine particulate air pollution and total mortality among elderly Californians, 1973–2002. *Inhalation toxicology*, v. 17, n. 14, p. 803-816, 2005. Organização Mundial da Saúde. **WHO global air quality guidelines**. Geneva, 2021.
6. EPA – U. S. Environmental Protection Agency. **Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)**. Disponível em: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>. Acesso em: 12 set. 2023.
7. POLEZER, G.. **Materiais antropogênicos suspensos na atmosfera de Curitiba**. Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais – PIPE. Curitiba, 2015. 146 f.
8. SILVA, L. V. **Avaliação de impacto do material particulado na saúde da população de Ponta Grossa**. 2019. 54 pgs. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Engenharia Química - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.
9. TUCKER, W. G. **An overview of PM2.5 sources and control strategies**. *Fuel Processing Technology*, v. 65, p. 379-392, 2000.

ESTUDIO Y RESULTADOS DEL PLAN ESTRATÉGICO OAXACA 2032: TURISMO CON ENFOQUE SOSTENIBLE

Data de aceite: 01/04/2024

Suhail Suárez Alonso

Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca (UABJO)

RESUMEN: El “Plan Estratégico: Oaxaca 2032” es un proyecto de intervención que tiene como objetivo impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable del Municipio de Oaxaca de Juárez.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco metodológico del proyecto (Figura 1) se llevaron a cabo 6 tareas sustantivas:

- *Tarea sustantiva 1:* Identificación de los temas estratégicos actuales y potenciales para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable del Municipio de Oaxaca de Juárez.
- *Tarea sustantiva 2:* Planteamiento de una visión para la competitividad y el desarrollo sustentable del Municipio de Oaxaca de Juárez.

- *Tarea sustantiva 3:* Integración de los grupos asociativos para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable, así como la generación de estrategias para su desarrollo.
- *Tareas sustantivas 4 y 5:* Formulación del plan estratégico de acción (PEA) y del plan operativo anual (POA), integrados a los planes municipales y estatales de desarrollo.
- *Tarea sustantiva 6:* Implantación y seguimiento del PEA y POA integral.

A continuación se describe cada una de las tareas realizadas y los resultados obtenidos.

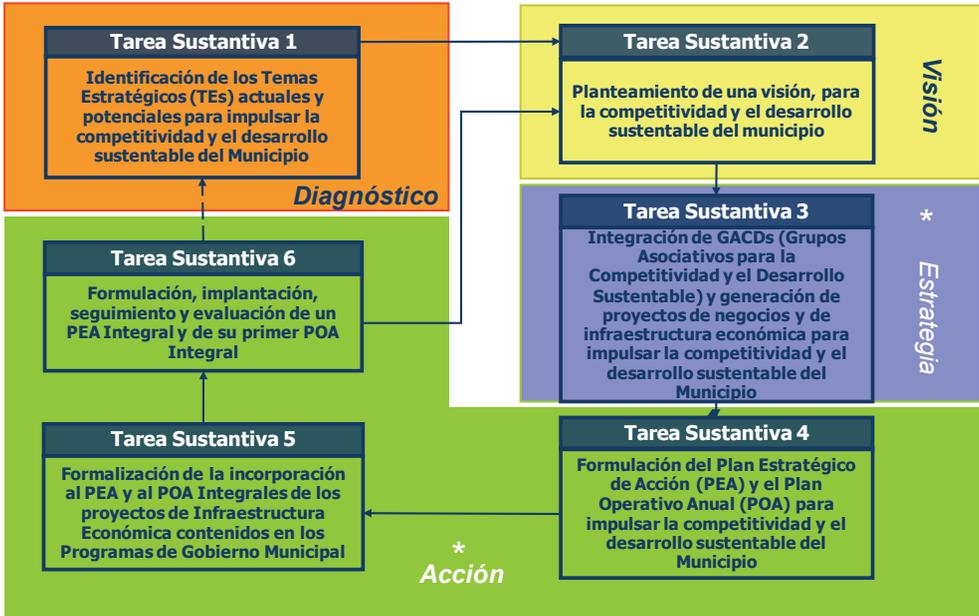


Figura 1. Marco metodológico del proyecto.

DESARROLLO

Tarea sustantiva 1

Identificación de los temas estratégicos actuales y potenciales para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable del Municipio de Oaxaca de Juárez.

Análisis social

Desde los años sesenta, el crecimiento de la población dentro el estado de Oaxaca se ha incrementado de manera constante y mínima, lo cual permite predecir que para el año 2032 (objetivo de visión del proyecto) seguirá dicho crecimiento y que seguramente se requerirá cubrir con las necesidades básicas del ser humano, principalmente con una vivienda digna, un espacio para construirla, servicios y educación.

Cabe destacar que en el estado de Oaxaca la dispersión poblacional es muy amplia, ya que el 50.15% de los habitantes se concentran en 45 de los 570 municipios en que se divide el Estado, mientras que el 49.75% radica en los 525 municipios restantes [Inegi, Censo de Población y Vivienda 2010]. De esta manera, los municipios con mayor cantidad de población son aquellos que seguirán detonando la economía del Estado y paralelamente es donde tendrán que preocuparse por contar con un ordenamiento urbano y territorial que se acompañe de factores ecológicos sustentables para que la ciudadanía pueda contar con una buena calidad de vida.

Por otra parte, la concentración de la población en la zona metropolitana representa el 33% de la población urbana que habita en el estado de Oaxaca [Inegi, 2010], por lo cual se deberá prestar atención y determinar acciones que impacten en el crecimiento económico. Así mismo, se debe desarrollar el talento humano que mejore la calidad de los productos y servicios, y sirva de apoyo para el sector turismo que es la actividad económica más importante. También es importante considerar la infraestructura para detonar la actividad empresarial e impulsar el emprendedurismo; por último se debe seguir estimulando el cuidado del medio ambiente para lograr que la zona metropolitana sea un área ecológica, productiva y auto sustentable.

Dichas tareas y sus respectivos análisis permiten sugerir la formación de grupos asociativos que dirijan temáticas relacionadas con el ordenamiento territorial y urbano, la ecología, pero sobre todo la sustentabilidad para hacer del Municipio de Oaxaca de Juárez un lugar limpio, seguro y respetuoso de las tradiciones, así como generador de valor en sus actividades económicas.

Estructura económica del estado de Oaxaca

El promedio de la participación del PIB de Oaxaca en el PIB nacional durante el período comprendido entre el año 1995 y el año 2006 fue de 1.51% [Inegi, PIB por Entidad Federativa, Oaxaca].

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), son cinco los sectores económicos que representan el 85% del PIB del Estado [Inegi 2010, PIB por Entidad Federativa, Oaxaca]:

- Agricultura, silvicultura y pesca.
- Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler.
- Servicios comunales, sociales y personales.
- Construcción.

Al analizar el sector agrícola del estado de Oaxaca, mediante los datos extraídos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) del 2006, se identifica que el 83.51% del valor de la producción agrícola se concentra en diez productos: maíz, pastos, café cereza, caña de azúcar, frijol, mango, limón, agave, alfalfa y piña; sin embargo el 80% de la superficie sembrada en el Estado es de tan sólo tres de ellos: maíz, pastos y café cereza [SIAP].

Dentro del sector pecuario, el 84% del valor de la producción pecuaria de Oaxaca se concentra en tres productos: carne y leche de bovino, y carne de porcino. Los productos pecuarios de mayor dinamismo en el valor de la producción en el Estado durante el período de 1999 a 2006 fueron cera en greña, miel, ave (canal) y guajolote (canal) [SIAP].

Así mismo con los datos extraídos del SIAP se analizaron los sectores de pesca y silvicultura teniendo como resultado que el 66% de la pesca de Oaxaca se concentra en seis especies principales: camarón, tiburón y cazón, *túndidos*, jurel, guachinango, y mojarra. De estas especies, los túndidos, el jurel y el guachinango presentaron tasas de crecimiento de producción superiores al 30% para el periodo de 1999 a 2003.

Sector turismo

El estado de Oaxaca ocupa el sexto lugar en competitividad turística a nivel nacional en datos analizados hasta el año 2009 [SECTUR, 2009]. Al hablar de competitividad, es importante considerar los siguientes conceptos:

- *Rentabilidad*: Generar riqueza a través del uso eficiente y eficaz de los recursos.
- *Sustentabilidad*: Asegurar que el desarrollo se logre en equilibrio con los recursos ecológicos, sociales y económicos de la región.
- *Comparabilidad*: Definir conceptos medibles y consistentes que sean comparables a través del tiempo y el espacio.

Con base en los indicadores del turismo, se puede observar que los cuartos disponibles y los disponibles promedio han aumentado un 4.49% y 4.17%, respectivamente, entre el período de 2000 a 2006 [DATA TUR, SECTUR]. Sin embargo, el porcentaje de ocupación ha disminuido 3.65%, esto quiere decir, que si bien se ha invertido en ofrecer más cuartos, la ocupación de éstos no ha aumentado conforme lo previsto.

La procedencia de los visitantes al Estado se clasifican en nacionales, siendo el más alto el Distrito Federal con el 43.2%, y de los visitantes extranjeros, en donde Europa ocupa el primer lugar seguido de los Estados Unidos [DATA TUR, SECTUR].

Considerando los indicadores más importantes del turismo, y después de hacer un análisis a detalle, se puede concluir que el Estado de Oaxaca tiene un gran atractivo turístico y está calificado como uno de los estados más competitivos, por lo que se debe tomar en cuenta la formación de un grupo destinado a impulsar los potenciales actuales y futuros en el tema del turismo.

Análisis de la estructura económica

En este análisis se presentan las actividades económicas motoras como aquellas que por su desempeño económico presentan productividad, dinamismo y concentración de diversas variables económicas (importancia económica). Las actividades económicas son:

- *Motoras*: Relevancia de la actividad económica en cuanto a producción y empleo.
- *Líderes*: Competitividad de una actividad económica en una región determinada.
- *Estrellas*: Especialización y dinamismo de una actividad económica regional con respecto a su comportamiento a nivel nacional.

El análisis realizado en este estudio tiene como soporte datos del INEGI.

Clases de producto motores del Municipio de Oaxaca de Juárez

Para definir las clases motoras se siguió la metodología de este proyecto (Sección 1), la cual consistió en obtener, para todas las clases de producto del Municipio de Oaxaca de Juárez, la información de las siguientes variables económicas: Personal Ocupado Total (POPT), Total de Remuneraciones (TR), Activos Fijos Totales (VTAF), Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), Producción Bruta Total (PBT) y Valor Agregado Censal (VACB), tanto del Censo 1999 como del 2004.

El segundo paso consistió en considerar sólo las veinte clases con más POPT y las veinte con mayor PBT de acuerdo al censo económico industrial del 2004. Una vez identificadas las clases, que en total sumaron 56, se obtuvo el dinamismo de todas las variables económicas identificadas mediante el cálculo de la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA).

Posteriormente, se calcularon las siguientes variables, derivadas tanto para la información de 1998 como del 2003: Productividad de Mano de Obra (Valor Agregado Censal Bruto entre Empleo Total), Productividad de Capital (Valor Agregado Censal Bruto entre Activos Fijos Totales) y Calidad del Empleo (Remuneraciones Totales entre Empleo Total).

Una vez obtenido el dinamismo y las variables derivadas, las clases se sometieron a los siguientes criterios, de los cuales al menos uno debía cumplirse para ser considerada una clase motora. Considerando las clases motoras resultantes de cada criterio, se obtuvo la Tabla 1 que contiene las clases consideradas motoras para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

Clase	Código	Descripción
A	462112	Comercio al por menor en minisúper
B	221110	Generación y transmisión de energía eléctrica
C	721111	Hoteles con otros servicios integrados

Tabla 1. Clases motoras para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

En la Tabla 1 se observa que los hoteles con otros servicios integrados pertenecientes al sector turismo permiten corroborar la necesidad de formar un grupo relacionado a dicho sector.

Clases de producto estrella del Municipio de Oaxaca de Juárez

Las clases de producto estrella son actividades que muestran la especialización y dinamismo de una actividad económica regional con respecto a su comportamiento a nivel estatal; se identificaron como tales: generación de luz, impresión de libros y comercialización de productos. Para analizar la información se tomaron en cuenta factores como PBT, POPT y VACB; es importante destacar que además de tener un crecimiento positivo, cuentan con un índice de concentración importante. La Tabla 2 muestra estas clases de producto, que pueden representar oportunidades de inversión y desarrollo para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

Clase	Código	Descripción
A	221110	Generación y transmisión de energía eléctrica
B	323111	Impresión de libros, periódicos y revistas
C	431160	Comercio al por mayor de leche y otros productos lácteos
D	433410	Comercio al por mayor de artículos de papelería
E	462111	Comercio al por menos en supermercados
F	462210	Comercio al por menos en tiendas departamentales
G	464124	Comercio al por menos de lentes
H	611171	Escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación

Tabla 2. Clases estrella para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

La conservación de estas actividades basadas en la especialización, ayuda a generar innovación brindando desarrollo para las empresas del Municipio de Oaxaca de Juárez.

Por lo tanto, después de realizar distintos tipos de análisis con el fin de identificar las principales actividades económicas dentro del Municipio, podemos llegar a la conclusión de que las principales actividades que mueven la economía del Municipio de Oaxaca de Juárez son el comercio de los productos básicos y la edificación de la vivienda, este último que se ha convertido en un sector importante dentro de la economía del Municipio, principalmente lo referente a la parte familiar y multifamiliar. En cuanto a la generación de empleo, las actividades como: comercio, generación de energía y sector hotelero son las actividades que generan mayor cantidad de empleos dentro del municipio.

Por otra parte, el Municipio presenta altos índices de competitividad en actividades como la venta al mayoreo en supermercados, minisúper y abarroteras, debido al dinamismo que existe alrededor de este sector. Así mismo el Municipio presenta niveles de especialización en todo lo referente a: generación de energía, impresión de libros, periódicos y revistas, y escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación.

TAREA SUSTANTIVA 2

Planteamiento de una visión, para la competitividad y el desarrollo sustentable del Municipio de Oaxaca de Juárez.

El proceso de la tarea sustantiva 2 pertenece a la construcción de una visión para el Municipio de Oaxaca de Juárez, la cual es parte medular del “Plan Estratégico: Oaxaca 2032”.

En esta tarea, la visión se formuló a partir de los actores que están interesados en los temas estratégicos elegidos en la tarea 1, en este caso el sector turismo es de gran importancia ya que define el rumbo a seguir hasta alcanzar los objetivos y metas establecidas.

Para lograr la integración y dar valor en conjunto de los distintos actores sociales se utilizaron dinámicas de grupos nominales, se realizaron encuestas y apreciaciones cualitativas de la ciudadanía para entender la dinámica de la vida en el Municipio de Oaxaca de Juárez en el pasado, presente y futuro, logrando con ello cumplir con los objetivos de esta tarea.

Visión propuesta por el GACDS del sector turismo

El Grupo Asociativo para la Competitividad y el Desarrollo Sustentable (GACDS) comenzó la redacción de su visión partiendo de la realizada en el Plan Reto [Dirección de Turismo, Municipio de Oaxaca de Juárez], el cual sirvió como base para la integración y generación de una nueva visión.

Oaxaca de Juárez es reconocida a nivel nacional e internacional por su modelo de desarrollo turístico sustentable que preserva cuidadosamente su entorno ecológico y que busca una mejor calidad de vida para sus habitantes. Oaxaca de Juárez se ha consolidado como patrimonio cultural de la humanidad, siendo uno de los principales atractivos turísticos de México por su centro histórico, sus festividades, su folklore, su arte, sus artesanías, su gastronomía y la hospitalidad de sus habitantes.

El gobierno, las universidades, los empresarios y la sociedad civil organizada, han logrado establecer y conservar una alianza estratégica que les ha permitido trabajar colaborativa y comprometidamente en la innovación de sus productos y servicios con altos estándares de calidad, haciendo destacar a Oaxaca de Juárez como un destino seguro y limpio para descubrir y vivir la esencia cultural de México.

TAREA SUSTANTIVA 3

Integración de los grupos asociativos para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable, así como la generación de estrategias para su desarrollo.

Esta tarea es considerada una de las principales tareas del proyecto ya que implica la integración de los grupos asociativos, a la vez que de esta tarea se deriva la generación de proyectos de negocios y de infraestructura económica para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable del municipio.

Descripción general de la metodología

El análisis estratégico y la preparación de un plan de trabajo constituyen oportunidades excepcionales para favorecer la comunicación entre los diferentes actores interesados (gobierno, empresas, instituciones educativas y sociedad civil); y también estimulan la movilización alrededor de objetivos comunes; es por ello que la metodología recomendada por el Centro para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible del ITESM campus Puebla, para la integración del GACDS, se basa en herramientas de Prospectiva Estratégica y de Planeación Normativa Estratégica y Operativa (Planeación NEO).

La planeación NEO se considera un proceso participativo que se lleva a cabo en tres dominios:

- *Planeación normativa:* Consiste en definir fines (ideales) y de ahí derivar objetivos a través de los que se construirá el futuro deseado; esta etapa revela “*lo que debe ser*” y “*lo que se debe hacer*”; se guía por las posibles consecuencias.
- *Planeación estratégica:* Básicamente determina “*lo que puede ser*” y “*lo que se puede hacer*” dados los horizontes de prospectiva y la situación existente; en esta planeación se determina lo que se tiene que hacer para que se logren los elementos definidos en la planeación normativa.
- *Planeación operativa:* Su función es la implementación de las decisiones formuladas en las fases anteriores; indicando “*qué es lo que será*” y “*lo que se va a hacer*”; es en esta etapa donde se definen las acciones que deberán implementarse para construir el cambio esperado.

Es así que partiendo de las visiones generadas en cada grupo asociativo, y en consecuencia en la generada para el Municipio, se formularon los objetivos generales, los objetivos específicos y las estrategias que deberán establecerse para lograr un cambio sustantivo en el desarrollo y la sustentabilidad del Municipio de Oaxaca de Juárez. Así mismo, se determinaron los programas y proyectos que se plasmarán en el PEA y en su primer POA para cada uno de los grupos asociativos que se plantearon en la tarea sustantiva 2 (Sección 2.2).

GACDS del turismo de Oaxaca de Juárez

La generación de las ideas plasmadas en los planes para cada grupo asociativo se basó en la discusión colectiva y la construcción del conocimiento compartido. A lo largo del proceso se realizaron reuniones participativas con los ciudadanos y expertos, interesados en opinar respecto al futuro del Municipio de Oaxaca de Juárez en los temas estratégicos definidos, y también para analizar la problemática e identificar alternativas para asegurar la sustentabilidad del Municipio en las áreas de interés.

1 Estas recomendaciones coinciden con las que propone Ozbekhan para la planeación en: *Towards a general theory of planning*. In Jantsch, Erich (ed). *Prospective et Politique* (OCDE, Paris, 1981).

Identificación de los principales beneficios al integrarse como GACDS

El GACDS del turismo de Oaxaca de Juárez identificó los beneficios que obtendrían al integrarse como un grupo asociativo y que no podrían obtener de manera individual. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Beneficios	
1	Posicionamiento de la Marca "Ciudad de Oaxaca"
2	Desarrollo de nuevos macro proyectos turísticos
3	Capacitación integral de toda persona vinculada con el turismo en Oaxaca que sea efectiva y de calidad
4	Aumento en la rentabilidad de empresas turísticas
5	Creación de alianzas estratégicas entre el municipio y las instituciones educativas de nivel superior para concretar proyectos de inversión
6	Identificación y obtención de fuentes de financiamiento, así como la gestión efectiva para financiar diferentes proyectos turísticos
7	Establecimiento de un centro de investigación en información del sector turístico
8	Establecimiento de una cultura sustentable alrededor del turismo
9	Difusión masiva de otros productos en los intercambios académicos con otros países como : gastronómicos, de arte, y cultura
10	Creación de vínculos entre los empresarios e instituciones de nivel superior para fomentar la creación de empleo
11	Fomento de una cultura de calidad en el servicio en toda la ciudad de Oaxaca
12	Profesionalización de la calidad de los servicios turísticos
13	Alineación de una visión compartida, así como de planes y programas en los tres niveles de gobierno
14	Logro de una asociatividad en todo el sector turístico para crear proyectos en conjunto
15	Participación entusiasta y constante de todos los sectores involucrados
16	Alineación del currículo y oferta académica con las necesidades de la realidad de Oaxaca
17	Compartir un plan de marketing que integre todos los esfuerzos promocionales
18	Fomento de la conciencia y cultura turística en todos los niveles
19	Rescate, documentación, desarrollo y difusión de la riqueza cultural de Oaxaca
20	Disminución de costos
21	Creación de un inventario único en el sector turístico
22	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de Oaxaca

Tabla 3. Beneficios de integrarse como GACDS del Turismo de Oaxaca de Juárez.

Identificación de los mercados y de los productos y/o servicios del GACDS

Con información basada en las mega-tendencias del turismo y en los resultados de los proyectos THR [SECTUR] y “Plan Reto” [Municipio de Oaxaca de Juárez], se realizó una dinámica de trabajo en la que se obtuvieron los posibles mercados nacionales e internacionales que compiten con el estado de Oaxaca; así mismo con ayuda de la herramienta “Abaco de Regnier”, que se maneja en procesos de prospectiva, se identificaron los principales productos y servicios que hacen atractivos a la ciudad de Oaxaca de Juárez. El GACDS relacionó los mercados y los productos o servicios, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.

Productos	Cultura patrimonial	Gastronomía	Festivales culturales y ferias	Arte contemporáneo (Galerías)	Turismo especializado
Mercados Internacionales/ Nacionales					
España	1	2		4	3
California (Los Ángeles)	1	2	4		3
Francia	1	3	4	2	
Alemania	1		2	4	3
DF	3	1	2	4	
Puebla	1	2	3		
Edo. de México	2	1	3		4
Nuevo León	1	2	4	3	

Tabla 4. Mercados y productos pertinentes y relevantes para el GACDS del Turismo.

Planeación normativa

Lo primero que se generó en la planeación normativa es la misión y visión; en el primer caso se obtuvo la siguiente misión:

“Desarrollar e innovar productos y/o servicios en el sector turísticos para el Municipio de Oaxaca de Juárez, con el propósito de generar un sector sustentable a través de acciones coordinadas entre el gobierno, universidades, empresarios y la sociedad civil organizada, con el compromiso de mejorar los productos y servicios que se ofrecen buscando siempre mejorar la calidad de vida de los integrantes del sector y en consecuencia de la población del Municipio de Oaxaca de Juárez”.

Para la visión se tomó como base la elaborada en el “Plan Reto”, como ya se mencionó en la Tarea Sustantiva 2 (Sección 2.2.1), con la finalidad de retomar iniciativas avanzadas en proyectos anteriores.

Planeación estratégica

En esta parte se identificaron los objetivos principales que regirán el actuar de los ciudadanos y de las autoridades para encaminar al sector turismo en el Municipio de Oaxaca de Juárez (Tabla 5). Se definieron aquellos que se deben seguir en el corto, mediano y largo plazo, y que permiten actuar con visión integral a lo largo del proceso.

Objetivos generales	Objetivos específicos
Reconocimiento al Modelo de Desarrollo Sustentable	Contar con certificaciones o ser reconocidos por organismos nacionales e internacionales
	Que exista un gran arraigo de la identidad de los oaxaqueños
	Que los recursos naturales y su biodiversidad esté siendo desarrollados, conservados y bien aprovechados
	Contar con una mejor calidad de vida de los oaxaqueños
	Lograr que el sector educativo se involucre fuertemente con la sustentabilidad
Altos estándares de calidad	Contar con infraestructura física suficiente y que cumpla con estándares de calidad internacional
	Contar con certificaciones en los productos y servicios turísticos
	Contar con personal calificado de acuerdo a estándares internacionales
Alianza estratégica	Contar con un sistema de coordinación efectiva entre los actores involucrados
	Que todos los sectores y actores involucrados estemos alineados a una misma visión
	Lograr un compromiso social y de todos los actores involucrados
Destino seguro y limpio	Contar con una ciudad limpia
	Contar con una ciudad segura
Innovación de productos y servicios	Contar con un modelo que permita la innovación en productos y servicios turísticos
	Estar actualizados en los cambios y tendencias en el sector turístico
	Contar con tecnologías de vanguardia para la atracción y atención al turista
Reconocimiento nacional e internacional por su centro histórico, festividades, arte, artesanía y gastronomía	Tener un centro histórico que preserve su identidad y que cumpla con su función de integración social
	Contar con una gastronomía local que preserve su autenticidad
	Lograr el rescate y la conservación de la autenticidad de las tradiciones y festividades
	Tener arte contemporáneo de calidad, teniendo como referencia el legado del siglo XVI
	Contar con certificaciones de la autenticidad de la artesanía Oaxaqueña

Tabla 5. Objetivos definidos por el GACDS del Turismo de Oaxaca de Juárez

Planeación operativa

Esta etapa es fundamental para determinar la acción de los diversos actores ya que en ella se detallan las acciones claves para desarrollar las metas descritas en la visión. En esta etapa, para cada estrategia y con el propósito de contribuir al logro de los objetivos, se definieron programas y proyectos que permitieron operar lo planeado. Cabe señalar que el GACDS del turismo generó un total de 133 proyectos.

TAREAS SUSTANTIVAS 4 Y 5

Formulación del plan estratégico de acción (PEA) y del plan operativo anual (POA), integrados a los planes municipales y estatales de desarrollo.

La visión que el Municipio de Oaxaca de Juárez quiere alcanzar al año 2032 determina las acciones que permitirán, en ese horizonte de planeación, se logre vivir un entorno más sustentable del que actualmente se vive.

Plan Estratégico de Acción (PEA)

En esta fase se determinaron las acciones para diseñar proyectos y programas, de acuerdo a la visión, de vital importancia para la realización del “Plan Estratégico: Oaxaca 2032” con base a los factores más importantes obtenidos: Modelo de desarrollo sustentable, altos estándares de calidad, alianza estratégica, destino seguro y limpio, innovación de productos y servicios, y reconocimiento nacional e internacional por su centro histórico, festividades, arte, artesanías y gastronomía.

Plan Operativo Anual (POA)

La Tabla 6 lista la clasificación de los proyectos derivados del POA.

Factores	PEA original	POA M	POA C	POA TUR
Desarrollo sustentable	23	13	6	1
Centro histórico	35	25	15	12
Alianza estratégica	18	6	6	6
Innovación	20	7	4	3
Calidad	16	7	5	3
Seguro y limpio	21	12	12	2
TOTAL	133	70	48	27

Tabla 6. Proyectos a desarrollarse por el GACDS del turismo de Oaxaca de Juárez.

De los 133 proyectos definidos en el PEA, a través de distintas dinámicas y metodologías, se priorizaron los proyectos y se obtuvieron un total de 48 proyectos a aplicar en el primer año, de los cuales cabe resaltar que 12 son ya operables en los proyectos “Mi Oaxaca Linda” y “Plan Reto”; finalmente quedaron 27 proyectos que formarán parte del primer POA (Tabla 7). Cabe mencionar que cada uno de los proyectos del primer POA se documentó en una ficha técnica.

Objetivo general	Objetivos específicos	No.	Proyectos
Desarrollo Sustentable	Que exista un gran arraigo de la identidad de los oaxaqueños	9	Rescate de valores y costumbres
Centro Histórico	Tener un centro histórico que preserve su identidad y que cumpla con su función de integración social	25	Mi Oaxaca Linda
		28	Fines de Semana Culturales
	Contar con una gastronomía local que preserve su autenticidad	35	Futuro Gastronómico
		33	Centro de Preservación Gastronómica
		42	Festival de Gastronomía Oaxaqueña
	Lograr el rescate y la conservación de la autenticidad de las tradiciones y festividades	43	Instituto Cultural. Oaxaca Viva
		44	Gobierno Comprometido
Tener arte contemporáneo de calidad, teniendo como referencia el legado del Siglo XVI	46	Oaxaca. Celebración y legado	
Centro Histórico	Contar con certificaciones de la autenticidad de la artesanías oaxaqueña	52	Material Innovador
		55	Museo Oaxaca
		57	Oaxaca Internacional
Alianza Estratégica	Contar un sistema de coordinación efectivo entre los actores involucrados	61	Organismo integral para el Turismo
	Lograr un compromiso social y de todos los actores involucrados	63	Conciencia Oaxaca
	Que todos los sectores y actores involucrados estemos alineados a una misma visión	71	Reuniones en Oaxaca
		73	Publicaciones:
		74	Puntos de Identidad Física
75	Puntos de Información		
Innovación	Estar actualizados en los cambios y tendencias en el sector turístico	84	Observatorio Turístico
	Contar con tecnología de vanguardia para la atracción y atención al turista	90	Proyecto Web Turística
		96	Identidad Visual, Banco De Imágenes
Calidad	Contar con certificaciones en los productos y servicios turísticos	106	Promoción Certificada
		108	Hoteles Q
Destino Seguro y Limpio	Contar con una ciudad limpia	114	Plan de inversión al Reciclaje
	Contar con una ciudad segura	130	Promoción de la CEPROTUR

Tabla 7. Proyectos a desarrollarse por GACDS de Oaxaca de Juárez.

TAREA SUSTANTIVA 6

Formulación, implantación, seguimiento y evaluación del Plan Estratégico de Acción (PEA) integral y su primer Plan Operativo Anual (POA) integral.

Plan Estratégico de Acción integral

En el PEA se identifican los programas y proyectos ubicándolos en el tiempo y realizando una priorización con base a la utilidad del proyecto y los recursos disponibles con los que se cuenta, se generaron 658 para el Municipio de Oaxaca de Juárez, de los cuales los Grupos Asociativos para la Competitividad y el Desarrollo Sustentable (GACDS) que coincidieron en 8 por lo que quedaron finalmente 650 (Tabla 8).

Grupos Asociativos	No. de proyectos PEA
GACDS del turismo de Oaxaca de Juárez	133
Grupo Asociativo para el Desarrollo Sustentable de Oaxaca de Juárez	525
TOTAL	658

Tabla 8. Proyectos a desarrollarse en el PEA para la sustentabilidad de Oaxaca de Juárez al año 2032.

Plan Operativo Anual

El POA representa la instrumentación del PEA y es donde se seleccionan los proyectos que se realizarán en el siguiente año. El total de los proyectos del primer Plan Operativo Integral son 57, sin embargo, existen 8 proyectos con el mismo propósito que se obtuvieron como una coincidencia en cada grupo asociativo por lo cual sólo quedaron 49 (Tabla 9).

Grupos Asociativos	No. de proyectos PEA
GACDS del turismo de Oaxaca de Juárez	27
Grupo Asociativo para el Desarrollo Sustentable de Oaxaca de Juárez	30
Proyectos similares	8
TOTAL	49

Tabla 9. Proyectos a desarrollarse en el primer POA.

CONCLUSIONES

Como parte del proceso de intervención que requiere la Ciudad de Oaxaca de Juárez para su impulso en términos de competitividad y desarrollo sustentable, se identificó la necesidad de incorporar a la administración pública el “Plan Estratégico: Oaxaca 2032”, que coordina “Fomento Económico Oaxaca XXI A.C.” y que metodológicamente aporta el ITESM campus Puebla. La principal finalidad es identificar las áreas de oportunidad y desarrollo de la ciudad mediante la planeación NEO.

La metodología implementada para desarrollar el “Plan Estratégico: Oaxaca 2032” consideró la participación ciudadana, mediante convocatorias, que dio pauta a la formación del término Grupo Asociativo para la competitividad y Desarrollo Sustentable (GACDS) (Sección 2.3). Como técnica se utilizó la planeación NEO en cuyos resultados identifican seis tareas sustantivas obteniendo las siguientes conclusiones.

La tarea 1 En esta fase se considera a la zona metropolitana ya que es la que concentra el 33% de la población en todo el Estado, esto implica un desarrollo que permita mejorar la calidad de los productos y servicios, y sirva de apoyo para el sector turismo (actividad económica más importante), y además generar la infraestructura necesaria para detonar la actividad empresarial, impulsar el emprendimiento y seguir estimulando el cuidado del medio ambiente para lograr que la zona metropolitana sea un área ecológica, productiva y auto sostenible.

Como parte del proceso de esta etapa, se realizó un análisis de la estructura económica en la que se definieron las actividades motoras con el apoyo de datos estadísticos del INEGI. Una vez obtenido el dinamismo y las variables derivadas, se definieron las clases motoras resultantes de cada criterio para el Municipio de Oaxaca de Juárez: Comercio al por menor en minisúper, Generación y transmisión de energía eléctrica y Hoteles con otros servicios integrados. De la misma forma se identificaron las clases de producto estrella empleando algunas variables económicas.

Por lo tanto, después de realizar distintos tipos de análisis con el fin de identificar las principales actividades económicas dentro del Municipio de Oaxaca de Juárez, podemos llegar a la conclusión que una de las principales actividades que mueven la economía del municipio de Oaxaca de Juárez pertenecen al comercio de los productos básicos y a la edificación de la vivienda, ya que ésta se ha convertido en un sector importante dentro de la economía del Municipio.

En cuanto a la generación de empleo, las actividades como el comercio, la generación de energía y el sector hotelero, son las actividades que generan mayor cantidad de empleos dentro del municipio.

Por otra parte, el Municipio presenta altos índices de competitividad en actividades como la venta al mayoreo en supermercados, minisúper y abarroteras, debido al dinamismo que existe alrededor de este sector. Así mismo el Municipio presenta niveles de

especialización en todo lo referente a generación de energía, impresión de libros, periódicos y/o revistas, y las escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación.

La tarea 2 consistió en la construcción de una visión para el Municipio de Oaxaca de Juárez, la cual es parte medular del “Plan Estratégico: Oaxaca 2032”; para ello cada uno de los participantes de ambos GAC: Turismo y Desarrollo Sustentable (Desarrollo Urbano, Ordenamiento Ecológico y Territorial) participó en dinámicas de grupos nominales, la realización de encuestas y apreciaciones cualitativas para entender la dinámica de la vida en Oaxaca en el pasado, presente y futuro, logrando los objetivos de esta tarea. Cabe mencionar que también se validó la información empleada en planes estratégicos como el de turismo “Plan Reto”, THR, por mencionar algunos, lo cual permitió complementar la visión de los GAC.

Durante las sesiones de trabajo se construyó la visión para el Municipio de Oaxaca de Juárez, cito: “Oaxaca de Juárez es reconocida a nivel nacional e internacional por su modelo turístico y su desarrollo sustentable; también por preservar sus tradiciones, su patrimonio cultural y sus valores sociales, buscando siempre que sus habitantes tengan una mejor calidad de vida, que se caracterice por que convivan en un ambiente de respeto, equidad y justicia entre las actuales y futuras generaciones.

El gobierno en sus tres niveles, las universidades, los empresarios y la sociedad civil organizada, han logrado establecer y conservar alianzas estratégicas que les han permitido trabajar colaborativa y comprometidamente, con valores éticos y con transparencia, haciendo destacar a Oaxaca de Juárez como un destino seguro y limpio, donde se puede descubrir y vivir la esencia cultural de México”.

La tarea 3 implicó la integración de los Grupos Asociativos, que derivará la generación de proyectos de negocios y de infraestructura económica para impulsar la competitividad y el desarrollo sustentable del municipio.

En esta fase se describe la metodología desarrollada por el Centro para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible del ITESM campus Puebla, para la integración de los GAC, basada en la planeación NEO.

Una vez determinadas las visiones generadas en cada grupo asociativo para el Municipio y con el apoyo del Modelo NEO, en esta fase se formularon los objetivos generales y los objetivos específicos, las estrategias que deberán establecerse para lograr un cambio sustantivo en el desarrollo y la sustentabilidad de Oaxaca; determinando así los programas y proyectos que se plasmarán en el Plan Estratégico de Acción (PEA) y en su Primer Plan Operativo Anual (POA) para cada uno de los Grupos Asociativos planteados en la Tarea Sustantiva 2.

Lo anterior propuso, para el caso del GAC de Desarrollo Sustentable, la posibilidad de crear un modelo sistemático intitulado “Sistema para la Sustentabilidad del Municipio de Oaxaca de Juárez” basado en tres subsistemas: Subsistema físico–ambiental, Subsistema socio–cultural y Subsistema económico. Lo anterior dio lugar a la creación de un “Centro

de Planeación Estratégica Municipal”, que incorporado al Municipio de Oaxaca de Juárez permitirá la generación, seguimiento, financiamiento y evaluación de proyectos y programas que sumen sus resultados a alcanzar la visión del municipio para el año 2032.

Las tareas 4 y 5 consistieron en dar forma al plan estratégico de acción, el cual sirve para determinar las acciones, que en el caso del GAC de Desarrollo Sustentable, crean un entorno sustentable dentro del Municipio para el año 2032 y que deben contemplar: el Desarrollo Urbano, el Desarrollo Medio Ambiental, el Desarrollo Económico y el Desarrollo Social; cada aspecto con objetivos generales, específicos, estrategias y proyectos que el Grupo Asociativo para la Sustentabilidad de Oaxaca de Juárez considere viables.

Para el caso del GAC Turismo, implicará contemplar los 6 factores de desarrollo: Modelo de Desarrollo Sustentable, Altos Estándares de Calidad, Alianza Estratégica, Destino Seguro y Limpio, Innovación de Productos y Servicios, y finalmente, el Reconocimiento Nacional e Internacional por su Centro Histórico, Festividades, Arte, Artesanías y Gastronomía.

REFERENCIAS

“Fuente: INEGI, Marco geoestadístico nacional actualizado al II Censo de Población y Vivienda 2005”

Chias, M., Plan Reto, 2009, Municipio de Oaxaca de Juárez 2008-2010.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Ciudad de México: CONEVAL, 2010.

Consejo Nacional de Población, V Informe de Avances del Programa Nacional de Población 1995-2000, Conapo, México, 2000.

URL'S

Data tur, Sector Información del Sistema de Monitoreo 2010, <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Visitantes%20por%20Nacionalidad.aspx>

CAPÍTULO 5

A ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO NA EDUCAÇÃO INFANTIL E O FAZER PEDAGÓGICO PARA BEBÊS E CRIANÇAS BEM PEQUENAS: UM ESTÍMULO AO DESENVOLVIMENTO INFANTIL

Data de aceite: 01/04/2024

Emanuelli Renosto

Pós-Graduada no curso de Especialização *Lato Sensu* em Psicopedagogia Institucional, Clínica e Hospitalar pela Faculdade de Ensino Superior Dom Bosco

Caroline Recalcatti

Mestre em Ciências Ambientais – Docente e Orientadora da Faculdade de Ensino Superior Dom Bosco

“O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Professor Pesquisador da Prefeitura do Município de Toledo – PR”



RESUMO: A organização da prática pedagógica com ou sem tecnologias educacionais, na Educação Infantil, abrange diferentes dimensões e apresenta peculiaridades em relação às demais etapas educacionais, conduzindo a

uma experiência curricular em que se compreende o currículo como processo vivo, em constante movimento, constituindo-se como forma de materialização da prática pedagógica inovadora. Tendo como objetivo sensibilizar as crianças em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), possibilitando exercitar suas potencialidades perceptivas, imaginativas ou fantasiosas, além de explorar as possibilidades de movimento do corpo; de expressar ideias e sentimentos; estimular a ampliação de representação simbólica; prestar atenção na fala do outro; desenvolver habilidades de movimentos fundamentais, cantigas de roda, estímulos visuais e estímulos auditivos, através de ambientes desafiadores, previamente organizado com tatames, colchões, pneus, elásticos, corda, brinquedos diversos, entre outros. Alerta-se que o papel do professor incide em mediar o desenvolvimento das atividades lúdicas no processo educativo, evitando o excesso do uso de convergências midiáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Infantil; Práticas Pedagógicas Inovadoras; ODS.

ABSTRAT: The organization of pedagogical practice with or without educational technologies, in Early Childhood Education, covers different dimensions and presents peculiarities in relation to the other educational stages, leading to a curricular experience in which the curriculum is understood as a living process, in constant movement, constituting itself as a form of materialization of innovative pedagogical practice. With the objective of sensitizing children in relation to the Sustainable Development Goals (SDGs), enabling them to exercise their perceptual, imaginative or fanciful potentialities, in addition to exploring the possibilities of body movement; to express ideas and feelings; stimulate the expansion of symbolic representation; pay attention to the other's speech; develop skills of fundamental movements, nursery rhymes, visual stimuli and auditory stimuli, through challenging environments, previously organized with tatami mats, mattresses, tires, elastic bands, rope, various toys, among others. It should be noted that the role of the teacher is to mediate the development of ludic activities in the educational process, avoiding the excessive use of media convergences.

KEYWORDS: Early Childhood Education. Innovative pedagogical practices. ODS.

INTRODUÇÃO

De acordo com Fröebel (2001), brincar é a maior expressão do desenvolvimento humano na infância e, por si só, é a expressão livre do que está dentro da alma de uma criança.

O professor deve ter um olhar atento para o brincar na instituição de educação infantil, pois a brincadeira além de promover o desenvolvimento global da criança incentiva a interação e a formação do cidadão crítico e reflexivo, deve ser um motivador e mediador para que aconteça uma transformação no processo de formação dos bebês e crianças bem pequenas no ato de brincar como prática educacional planejada inovadora, com objetivos bem claros do que se pretende atingir.

Proporcionar aos bebês e crianças bem pequenas brincadeiras desafiadoras com práticas pedagógicas inovadoras, com ou sem tecnologias educacionais, com ambientes previamente organizados, garantindo as crianças do Infantil 1, espaços de relações sociais, que possam despertar a criatividade através da imitação e faz-de-conta para o brincar lúdico, sensibilizar as crianças em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Possibilitando exercitar suas potencialidades perceptivas, imaginativas ou fantasiosas, proporcionando aos pequenos momentos de contar, criar e re – contar, de se expressar e garantindo o seu bem-estar.

O brincar é tão importante que é direito garantido por lei.

A Lei Federal 8069/90 – O Estatuto da Criança e do Adolescente, capítulo II, artigo 16 em inciso IV – Brincar, praticar esportes e divertir-se. Oportunizar, desfrutar de jogos e brincadeiras, é dever de qualquer pessoa que esteja com as crianças, pais, mães, responsáveis, professores. Ficando toda pessoa, em especial pais e professores, responsáveis em promover o exercício desse direito. Garantir o cumprimento dessa lei é dever de todos.

Assim, é de extrema importância trabalhar com os pequenos sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, desde quando a criança é introduzida no universo da socialização, sensibilizando as crianças a se desenvolver intelectualmente sobre o Objetivo 11.7 que ressalta, “Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência”.

Especificamente na área do brincar, Vygotsky e seus discípulos vieram acrescentar refere-se, sobre tudo ao contexto social que determina a atividade lúdica e à questão das interações sociais. Nessa perspectiva, o ensino do município de Toledo Pr segue a linha sociointeracionista de Vygotsky.

Assim a inclusão social somente acontece através das interações. Deste modo, em seu Objetivo 10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles, destaca no item 10.2 que: “Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra”, devem ser iniciado desde os Bebês e Crianças Bem Pequenas.

Nessa perspectiva, existem tantas transformações na realidade atual que a infância vem perdendo o espaço para o brincar, sendo substituídas por outras atividades passivas como assistir televisão, jogos em computadores ou videogames. De acordo com Brougère (1994, p.50), “A televisão transformou a vida e a cultura da criança, as referências de que ela dispõe. Ela influenciou, particularmente, sua cultura lúdica”.

Sobre o uso de telas para bebês e crianças bem pequenas, modificam o modo de vida das crianças, diminuindo as oportunidades e espaços de brincar, tão importantes no desenvolvimento da autonomia.

Provavelmente, boa parte dos bebês e crianças bem pequenas tem acesso a recursos tecnológicos, por isso é preciso levar essa realidade dos pequenos para dentro do CMEI. No entanto, muitas vezes, usar tecnologia na Educação Infantil acaba se tornando um desafio para nós professores.

A LINGUAGEM DO BRINCAR: A FUNÇÃO CULTURAL E PEDAGÓGICA NO ESPAÇO INFANTIL

De acordo com Friedmann (2012) “as crianças já nascem inseridas em uma determinada cultura na qual vão desenvolver competências pessoais e adquirir conhecimentos prévia e historicamente definidores de um ou outro grupo social”. A cultura está sempre em transformação e mudança.

O repertório de cada grupo infantil é influenciado pela convivência de cada grupo cultural que o entorno oferecem, através da realidade sociocultural, assim devem ser realizando atividades de sensibilização aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Que em seu Objetivo 3 de assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades é desenvolvido atividades. Fazendo referência nas fotografias de 01 a 05 sobre a influência da representação do simbolismo da cultura universal.



Foto 01 - Representação do simbolismo
Foto: Loide Favaro



Foto 02- Jogo simbólico
Fonte: Loide Favaro Alves



Foto 03 - Produção Artística
Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 04 - Produção Artística
Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 05 - Produção Artísticas
Fonte: Emanuelli Renosto

Para Friedmann (2012), as brincadeiras e os brinquedos são portadores de valores que, geralmente, dizem respeito à cultura em que as crianças nasceram ou foram criadas. Grande parte dos brinquedos industrializados, ou mesmo artesanais, nascem das mãos de cidadãos de natureza e de cultura, isto é, atores sociais que contribuem com seus traços naturais e suas heranças culturais. Todos esses brinquedos imprimem características multiculturais nas brincadeiras, até em uma mesma família. O repertório de cada criança ou de cada grupo infantil, ao mesmo tempo influenciado pelo que a natureza e o entorno oferecem, impregna-se da realidade doméstica (já que pais, mães, avós e aparentados provêm, geralmente, de diferentes realidades socioculturais), da cultura do grupo de convivência, da cultura divulgada por meio da mídia, da cultura universal.

Também é desenvolvido atividades sobre a importância da água, sobre o consumo responsável, sobre os benefícios da água para os seres vivos, sensibilizando os Bebês e Crianças Bem Pequenas sobre água como um recurso essencial para a vida humana.

Deste modo, deve-se sensibilizar as ações das crianças desde pequenos em seu Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Sendo em seu item 6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.

Como também o Objetivo 15 de Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade, em seu item 15.1, diz que, até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.

Quando trabalhamos em nossa prática pedagógica brincadeiras relacionadas ao consumo sustentável com bebês e crianças bem pequenas, sensibilizamos através das ações mediadas no brincar. A BNCC afirma que para a Educação Infantil, é através das “brincadeiras e interações com seus pares, com adultos, com objetos e com a natureza que as crianças constroem conhecimentos, se desenvolvem e socializam”.

Acolhida as crianças. Iniciei a mediação da brincadeira lúdica de faz-de-conta: “Vamos limpar a Sala”, que faz referência na foto 06. Já fazendo parte da brincadeira, expliquei que a sala de aula estava suja (representadas pelas peças de encaixe) e precisa de uma limpeza. Falei que estava jogando água com a mangueira no chão e nas paredes e que estava enchendo o balde de água para limpar e que não era pra ficar em determinado lugar da sala, porque o aluno não saiu e acabou se molhando e que agora era o momento de jogar sabão em pó e que todos deveriam esfregar o chão e as paredes e depois puxar a água com o rodo e juntar a sujeira com a pá.

Através da brincadeira faz-de-conta é que o professor vai trabalhar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, pois brincando ele vai mediar o aprendizado explicando devemos deixar a mangueira aberta quando vamos lavar a sala. O que devemos fazer? Através do imaginário fala pra fechar a torneira porque se não fica vazando água. E assim vai se desenvolvendo a construção do conhecimento desde pequenos. Através do imaginário a criança separa os brinquedos nas bombonas que simbolicamente é lixo reciclável está acontecendo a construção do conhecimento.



Foto 06: Brincadeira Faz-de conta: “Vamos limpar a Sala”

Fonte: Emanuelli Renosto

Nessa perspectiva, o brincar se torna desafio que estimula novas descobertas, levando-a a desenvolver-se na esfera imaginativa, intenções da vida real se constitui o desenvolvimento intelectual dos bebês e crianças bem pequenas. E assim, se torna mais fácil trabalhar com os pequenos temas como o “Dia da Água” (foto 07). Sendo o brincar um jogo, provedor do encontro e da interação da criança com o mundo.



Foto 07: Dia da Água

Fonte: Emanuelli Renosto

Fortalecendo o item 11.4 que diz “Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo”.

O BRINCAR E A LINGUAGEM INFANTIL

O relaxamento e Sono (foto 08) são, igualmente, parte dos cuidados do bebê e crianças bem pequenas. Quando ficam longos períodos sem dormir, os bebês apresentam sinais de irritação, inapetência, caem e se machucam com mais facilidade. Eventos fisiológicos, como a saída dos primeiros dentes e eventos sociais, como um dia agitado contribuem para um sono de menor qualidade ou duração. O momento do sono é mais um momento rico de trocas entre professoras e bebê, pois ao embalar ou estar perto do bebê fazendo a condução ao sono, a professora pode se conectar com o bebê por meio do toque, da música, da fala, do colo.

Na atividade “brincando com sucatas”, temos inúmeras possibilidades para auxiliar o desenvolvimento da criança, em que surgem situações de aprendizagens. O aluno Théo (foto 09) brinca com um desodorante rolon, ergue a camiseta e passa em seu corpo. Perguntei para ele: É a mamãe que uso desodorante rolon? Respondeu: Não, é o papai. Observando a ação da criança com o objeto e com a concepção que a mesma tem, percebemos que através do imaginário e do objeto em questão potencializa seu desenvolvimento.



Foto 08: Sono

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 09 – Brincadeira Faz-de-conta.

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 10 – Brincadeira Faz-de-conta

Fonte: Emanuelli Renosto

O principal indicador da brincadeira, entre as crianças, é o papel que assumem enquanto brincam. Ao adotar outros papéis na brincadeira, as crianças agem frente a realidade, transferindo e substituindo suas ações cotidianas pelas ações e características do papel assumido, utilizando-se de objetos substitutos (foto10).

A brincadeira favorece a auto-estima das crianças, auxiliando-as a superar progressivamente suas aquisições de forma criativa. Brincar contribui, assim, para a interiorização de determinados modelos de adulto, no âmbito de grupos sociais diversos.

Saliento que o Objetivo 5 que vem falando de Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas, em seu item 5.1 Acabar com todas as formas de discriminação contra todas as mulheres e meninas em toda parte. Deve ser estimulado desde pequenos, pois a criança desenvolve-se intelectualmente através do brincar, construindo e reconstruindo sua compreensão de mundo, onde o brincar é essencial à criança, constituindo um auxílio na formação infantil, nos aspectos emocionais, intelectual, social e físico.

Segundo Rojas (2004), “O Livro de Pano como brinquedo, veículo de comunicabilidade na construção da aprendizagem infantil” (p.17). É um brincar ornamentado com tecidos, com barulhos, com texturas diferentes, fitas, cores vivas, alegres, unidas de significados.

Na atividade “Hora da história” Vamos brincar? Primeiro a história... Você escolhe. Depois a releitura, dramatização... E uma música vamos cantar: Borboletinha... A baleia... O jacaré...Entre tantas... Através de livros de histórias, trabalhamos o Objetivo 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável em seu item 14.1 que fala de “Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes”, como também o Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e

reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade em seu item 15.1 de “Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais”.

Ao valorizar o momento da dramatização como mostra nas fotos 11 e 12. realizada pelas crianças do Infantil 1, a professora propicia o desenvolvimento dos bebês e crianças bem pequenas através da expressividade, exprimindo sentimentos simbolicamente imaginados, onde cria e recria situações, re-significando e inventando o mundo real. Nessa perspectiva, as dramatizações podem ser realizadas a partir de brinquedos e brincadeiras, histórias, contos, músicas, poesias, filmes, entre outros.



Foto 11 – Borboletinha

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 12 – A Baleia

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 13: Livros de Pano

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 14 – Livros de Pano.

Fonte: Alessandra Maria Basetti

Devemos proporcionar momentos de ouvir e ler histórias para bebês e crianças bem pequenas desde muito cedo, para descobrir o prazer de ler e ouvir histórias. Assim, segue as fotos 15, 16 e 17 desses momentos em sala de aula do Infantil 1, com bebês e crianças bem pequenas, com histórias infantis de ambientes marinhos, trabalhando a sensibilização sobre os ecossistema desses ambientes.



Foto 33 – Contação de história

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 34 – Contação de história

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 35– Contação de história

Fonte: Emanuelli Renosto

Berrelheim (1980), enfatiza que “Para que uma história prenda a atenção da criança, deve entretê-la e despertar sua curiosidade. Mas para enriquecer sua vida, deve estimulá-la a imaginação, ajudá-la a desenvolver seu intelecto e tornar claras suas emoções, estar harmonizada com suas ansiedades e aspirações; reconhecer plenamente suas dificuldades e, ao mesmo tempo, sugerir soluções para problemas que perturbam (p.13).

As crianças gostam de histórias. Utilizá-las das mais variadas formas, é função do professor de Educação Infantil. (OLIVEIRA & SPINDOLA, 2008, p.75).

A experiência de Emanuelli Renosto como Professora Pesquisadora sobre planejar atividades e organização da prática pedagógica na Educação Infantil no município de Toledo PR

Podemos afirmar que a Educação Infantil tem um pouco mais de cem anos no Brasil. O primeiro jardim-de-infância oficial brasileiro, começou a funcionar em 18 de maio de 1896, anexo a Escola Normal Caetano de Campos, São Paulo.

O jardim-de-infância foi criado com o propósito de dar oportunidade à criança para desenvolver-se potencialmente, por meio dos jogos, brincadeiras, músicas, cantos, danças, pintura, criação de animais, contos, isto é: explorar todos os sentidos da criança (ALMEIDA, ESPÍNDULA, GHIRALDELLO, 2006, p.109).

O avanço nas últimas duas décadas impõe o atendimento de qualidade nas instituições públicas de Educação Infantil. Para Almeida, Espíndula e Ghiraldeello (2006), o atendimento de qualidade nas instituições públicas de Educação Infantil exige, além de investimentos para a melhoria da infra-estrutura dos estabelecimentos e provimento de materiais pedagógicos adequados, a formação específica e a valorização dos profissionais que atuam ou atuarão nesse nível de ensino.

Nessa perspectiva, Cerisara (2004), enfatiza que, hoje as instituições de Educação Infantil são considerados espaços privilegiados de convivência, onde se criam oportunidades para as crianças vivenciarem experiências lúdicas, do imaginário, do jogo, das relações interpessoais do convívio com a natureza e da leitura do mundo, de modo integral e integrado. Desde que iniciei a docência na Educação Infantil no Município de Toledo em 2011, a Educação Infantil está num processo de constante construção quanto a docência e concepção infantil. Quando estamos cursando a faculdade realizamos pouco tempo de estágio obrigatório na educação infantil e não conseguimos enxergar toda a concepção do que está acontecendo em sala de aula.

Farias (2007), realiza alguns questionamentos,

O que aprendemos nos cursos de Pedagogia para poder trabalhar com crianças que ainda não falam, ainda não andam, ainda não leem nem escrevem com as letras?(...) como constroem saberes entre elas?(...) na verdade temos uma profissão que está sendo inventada: a docência na educação infantil (...)
(FARIAS 2007, p.01).

Antigamente, a hora atividade não se efetiva como hoje, muitas vezes era somente mais o cuidar, sem o planejamento, sem um espaço organizado, pensado para as crianças e até as atividades não eram planejadas.

Os palestrantes trabalhavam nas formações continuadas para Educação Infantil, atividades direcionadas para os professores da pré-escola e a orientação dos mesmos, era que tinha que ser adaptado as atividades para os CMEIs, ninguém trazia as atividades já adaptadas. Ao mesmo tempo que estava tudo certo em ter formação continuada para as professoras da educação infantil, não se efetivava na prática. Pois não tinham profissionais com conhecimento para realizar as formações, sempre tinha a fala “é só adaptar”.

Atualmente, muito se avançou pois o município de Toledo vem trabalhando no Documento do Referencial Curricular para o Sistema de Ensino de Toledo para a Educação Infantil.

Quando se falava em “cuidar e educar”, se pensava muito na troca, na alimentação, na higienização do bebê, principalmente na troca da fralda. No entanto, vai muito mais além disso, como mediar os conflitos, as ações, a todo momento educando e cuidando, não se desvinculando, oportunizando as crianças experiências lúdicas, de imaginário, de jogo, das relações interpessoais do convívio com a natureza e da leitura do mundo, de modo integral e integrado.

Alguns anos atrás estávamos desbravando sobre a educação infantil, pois não se efetiva algo prático. E a partir da prática, foram mudando nosso olhar em relação a nossa prática nos CMEIs, hoje temos referências, através de imagens, vídeos, registros, “não precisamos adaptar”.

Hoje, temos referência sobre as atividades para serem desenvolvidas na Educação Infantil, para criar, planejar, mediar, propiciar ambientes acolhedores, de estimulação, de desafios, entre outros. Que a partir da nossa prática, verificamos que o “cuidar e ensinar” não se desvincula, pois percebe-se que todo dia o mesmo ambiente, o mesmo espaço, não propicia a criança a se desenvolver, a criar, a interagir tanto com os objetos, como entre as crianças, com o adulto, entre outros.

No tocante à questão, Horn (2004, p.15) afirma que: “O olhar de um educador atento é sensível a todos os elementos que estão postos em uma sala de aula. O modo como organizamos materiais e móveis, e a forma como crianças e adultos ocupam esse espaço e como interagem com ele são reveladores de uma concepção pedagógica.

Quando o ambiente cotidiano das crianças é planejado, organizado, pensado em sua fase de desenvolvimento, se torna mais rico em desafios. Fazendo importante saber quais são as periodizações em que seu aluno se encontra.

Geralmente as crianças não estão no mesmo processo, na mesma fase de desenvolvimento cognitivo, emocional, comportamental e social. Por isso, se faz importante ter uma diversidade de atividades na Educação Infantil, pois ao mesmo tempo que se trabalha estimulando o desenvolvimento de uma criança, deve ter outros ambientes desafiadores para outras crianças que já superaram aquele processo.

Pensando no desenvolvimento infantil destinados as crianças do Infantil 1, no Centro Municipal de Educação Infantil Arlindo de Campos (CMEI) no município de Toledo Pr, a professora Emanuelli Renosto que faz parte do Programa Professor Pesquisador, acompanhada das colaboradoras e professoras Renata Pereira da Cruz, Alessandra Basetti, Julvana Gonçalves Netto, Loide Favaro Alves e a estagiária Erika Camili Willwoch Canofer, faz referência a pesquisa realizada durante o ano de 2023, sobre **A Organização Do Espaço Na Educação Infantil E O Fazer Pedagógico Para Bebês E Crianças Bem Pequenas: Um Estímulo Ao Desenvolvimento Infantil**. Pensando em atividades planejadas diariamente conforme a necessidade individual do desenvolvimento infantil dos bebês e das crianças bem pequenas.

Considerando que as turmas do Infantil 1 matutino têm 12 crianças e vespertino composta por 18 crianças matriculadas, ambas as turmas compostas por faixa etária heterogênea em suas fases de desenvolvimento socioemocional, comportamental, cognitiva, psicossocial.

Deste modo, para atingir o Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, em seus itens:

9.5 Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento; 9.b Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais nos países em desenvolvimento, inclusive garantindo um ambiente político propício para, entre outras coisas, a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities;

9.c Aumentar significativamente o acesso às tecnologias de informação e comunicação e se empenhar para oferecer acesso universal e a preços acessíveis à internet nos países menos desenvolvidos, até 2020.

Para uma educação mais efetiva, pensou-se na organização da rotina e do ambiente para a Educação do Infantil 1, oportunizando um aprendizado constante dos bebês e das crianças bem pequenas, com atividades planejadas, propiciando um ambiente estimulador, desafiador, de acolhimento, fortalecendo a ação pedagógica e contribuindo para o desenvolvimento integral dos bebês e das crianças bem pequenas, através da interação com o meio e com o outro, permitindo a autonomia e desenvolvendo habilidades fundamentais à formação humana, como comunicação, perseverança, pensamento crítico, além das capacidades cognitivas e motoras.

A resolução 02/2017 CNE/CP, que institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, ao abordar a BNCC na Educação Infantil, apresenta seis direitos de aprendizagem e desenvolvimento na Educação Infantil: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se. Esses direitos devem ser pensados e contemplados a

partir da organização curricular e perpassar por todas as práticas pedagógicas realizadas nas instituições de ensino, garantindo que a criança seja respeitada enquanto sujeito.

Pensando no espaço da sala de aula do Infantil 1, levamos em consideração três partes da sala: o chão, o teto e as paredes, enxergamos possibilidades de garantir experiências interessantes e desafiadoras para os bebês e crianças bem pequenas, através de ambientes planejados como segue na foto 01. Assim, o ambiente de sala de aula do Infantil 1 foi se modificando no decorrer do ano de 2023, conforme a necessidade de estimular o desenvolvimento integral das crianças. Fazendo necessário a retirada dos berços e dos carrinhos que ocupavam o espaço da sala de aula, planejando um ambiente seguro e estimulador para o desenvolvimento integral dos bebês e crianças bem pequenas.

Deste modo, o que o Desenvolvimento Sustentável no Brasil fala sobre as instalações físicas da educação no Objetivo 4 em seu item “4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos”.

Nessa perspectiva, Maria A. S. Martins, Cândida Bertolini, Marta A. M. Rodriguez e Francisca F. Silva, no capítulo intitulado “Um lugar gostoso para o bebê”, publicado na obra de Rossetti-Ferreira et al, (2007) observam que, normalmente, o espaço destinado aos bebês na grande parte das creches é tomado por berços, restando poucas possibilidades para que os pequenos explorem o ambiente e se locomovam por toda parte, com segurança. Assim, como pode perceber na foto 02 logo abaixo, inicialmente os berços e carrinhos ocupavam espaço em sala, com a retirada dos mesmos, o ambiente foi se modificando, se alterando, com novos olhares e percepções de um ambiente seguro, amplo e estimulador para bebês e crianças bem pequenas.



Foto 01 – Ambientes Desafiadores

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 02: Ambiente planejado

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 03 – Brincadeiras livres

Fonte: Julvana Gonçalves Netto

Na mesma turma tem crianças em diferentes fases de desenvolvimento motor, onde algumas já andavam, outras estavam na fase de se locomover se arrastando e engatinhando com tentativas de dar os primeiros passos. E outras crianças com resistência de explorar o espaço, sendo uma turma heterogênea, fazendo necessário ter ambientes planejados para as diferentes fases, pois enquanto a professora realiza atividades de estimular o desenvolvimento motor de algumas crianças para se locomover, tem que ter outros ambientes para as crianças que já superaram essa fase estarem explorando. E devido à necessidade de estimular o desenvolvimento dos bebês e crianças bem pequenas as professoras perceberam esse ambiente pedagógico precisava ser modificando, se alterando, com novos olhares.

Planejado ambientes inovadores, onde as crianças tinham que passar debaixo da mesa, composta de elásticos entrelaçados que chamamos de “teia da aranha”, por sequências de colchonetes postos na sala de aula para trabalhar o equilíbrio das crianças, com sequências de obstáculos de pneus. Conforme as crianças superavam esses obstáculos, o ambiente da sala de aula era re – organizado, mudado, se modificando, desafiando as crianças por novas possibilidades. Na atividade de “circuito motor” contendo pegadas de pés e das mãos no chão e nas paredes, é outra possibilidade de trabalhar a coordenação motora na educação infantil, porque além de desenvolver nas crianças habilidades motoras, proporcionam a aceitação, a participação e a evolução das crianças no ambiente do CMEI.

Também foram adotadas práticas pedagógicas que envolvem a literatura como contação de histórias que media a formação dos bebês e crianças bem pequenas em todos os aspectos, especialmente na formação de sua personalidade, através do desenvolvimento estético e da capacidade crítica, garantindo-lhe a reflexão sobre seus valores e crenças, e os da sociedade.

Nesse ambiente se encontra também brinquedos confeccionados com garrafas pets, que foram introduzidos feijão, pedras, milho, entre outros, dentro das pets para as crianças movimentar os brinquedos e escutar o barulho que faz, e trabalhar a parte sensório-motor como mostra a foto 04, esses brinquedos foram pendurados com elástico no teto da sala, possibilitando as crianças manusear os mesmos (foto 05).



Foto 04: Brinquedos confeccionados com garrafas pets

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 05: Interação. Fonte: Emanuelli Renosto

Fonte: Emanuelli Renosto



De nada adianta selecionar objetos. Levando em consideração a diversidade sensorial, se o professor não estiver atento à forma que se relaciona e interage com as crianças, se faz necessário considerações de engajamento sociointeracionistas relacionados com o CMEI, com a sala de aula, com a professora, com a família, ao material pedagógico, às questões de aprendizagem, de afetividade e socialização, comprometimentos físicos, de desenvolvimento, entre outros.

As experiências lúdicas possibilita a nós educadores mediar, conhecer e compreender melhor o desenvolvimento da criança. Sendo uma forma de acesso as experiências mais profundas dos bebês e crianças bem pequenas, o que auxilia a atuação nossa no sentido de orientar as ações pedagógicas inovadoras em favor de um desenvolvimento cada vez mais saudável das crianças.

Dentro desse contexto, foram planejadas aulas com caixas de papelão de diferentes tamanhos, disponibilizados aos bebês e as crianças bem pequenas, tornando possível a iniciação e mediação das atividades por nós educadoras, possibilitando as crianças de criarem o próprio ambiente para brincar, onde uma caixa de papelão se transformava desde um prédio a um trem, através da “brincadeira livre” as crianças expressavam suas criatividade, transformando “O Brincar com Caixas de Papelão” em brinquedos imaginários, estimulando o movimento e a exploração. Como pode ser observado na foto 21, que segue logo a baixo.



Foto 06: Brincadeiras com caixa de papelão

Fonte: Emanuelli Renosto

Brincadeiras lúdicas com caixas de papelão (foto 06), amplia-se as possibilidades dos bebês e crianças bem pequenas a exercitar a autonomia, iniciativa, interação entre as crianças quando o espaço está organizado, possibilitando ficar mais livre para observar as crianças interagindo, realizar registros, mediações, as crianças resolvendo os conflitos entre os pares e quando necessário realizar a mediação. Proporcionando ainda a professora a se envolver com um grupo pequeno de crianças, com uma atividade específica.

Me propôs na construção de um prédio, com algumas crianças, enquanto outras formaram um trem para brincar, outras se envolviam com diferentes objetos e lugares diferentes na sala, como mostra nas fotos. Deste modo, através do faz-de-conta podemos sensibilizar as crianças quanto ao Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, em seu item 11.1 que Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas e em seu 11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.

Deste modo Rossetti – Ferreira (2007), sobre o espaço para bebês alertam que, “devem ser sempre atraentes e estimulantes para os bebês. Portanto, eles devem ser observados, avaliados e mudados pelos educadores na medida em que eles se desenvolvem e se interessam por coisas novas” (p.148).

Ainda sobre os espaços para bebês corroboro com as educadoras Rossetti e Ferreira (2007), que trazem ainda algumas sugestões para pensarmos acerca do espaço para os bebês.

Segundo às autoras, a partir da observação de sua própria prática, perceberam que

[...] existe uma boa forma de arrumar o berçário, organizando-o com colchonetes, caixas vazadas, móveis baixos, que permitem ao educador observar todo o movimento da sala e o bebê também. Dessa forma, o bebê pode tranquilamente ir em busca de um objeto que tenha despertado sua curiosidade, pois ele está vendo que o educador continua na sala. Isso possibilita a ele interagir mais com outros bebês. O educador fica então disponível para aqueles que estão exigindo sua atenção naquele momento. (ROSSETTI-FERREIRA, 2007, p. 147).

Nesse contexto, devemos fazer algumas reflexões sobre o “Brincar e Interagir” na Educação Infantil. Enquanto que os professores de Educação Infantil acreditam que o que o “Brincar e Interagir” diz respeito a espalhar brinquedos e objetos sobre o tapete da sala e ficar como “espectador”, continuaremos desonrando nossa competência profissional, não refletindo sobre nossa prática pedagógica e autoria.

Um dos maiores recursos para disponibilizar para os bebês e crianças bem pequenas é o próprio professor, que tem a ver muito sobre a concepção de como o professor entende o brincar lúdico, com atividades planejadas e mediadas, pois se ele não souber mediar, participar engajando os bebês e crianças bem pequenas com recursos ou não, não adianta apenas disponibilizar os brinquedos e objetos.

Dando continuidade, realizamos a atividade “A visita da Tartaruga e o Jabuti”. Através de nossa prática pedagógica inovadora realizamos a atividade “Roda da Paz”, fazendo referência na foto 07 estimulando o aprendizado das crianças numa atmosfera de paz e não – violência com os animais e estendemos fazendo relação com os colegas de sala de aula, que “nossas mãos são para fazer carinho no amigo”, potencializando o aprendizado, numa perspectiva de sensibilizar as crianças para atitudes de sensibilização, cooperação, comunicação e solidariedade. Assim, no Objetivo 4.7 da ODS salienta que “Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável”



Foto 07: Roda da Paz

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 08: Roda da Paz

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 09: Brinquedos de tampinhas de garrafas.

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 10: Roda da Paz

Fonte: Emanuelli Renosto



Nesse dia também foram confeccionados lembrancinha de tartaruga com tampinhas de garrafas pets referencia na foto 09.

SOBRE PROFISSIONALIDADE E A RESPONSABILIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DAS CRIANÇAS NO CMEI

Sacristán (1995) entende profissionalidade docente como “[...] a afirmação do que é específico na ação docente, isto é, comportamentos, conhecimentos, atitudes e valores que constituem a especificidade de ser professor” (p.65).

Entre as qualificações profissionais que fazem de um (a) educador (a) infantil um (a) profissional de qualidade, não se inclui nem a maternidade nem o sentimento materno. Esses atributos até mesmo excluem a possibilidade de acesso aos homens ao trabalho em escolas infantis, ao passo que a participação deles é indispensável e deve ser estimulada (Bandeira & Freire, 2006, p.60).

Assim, no Objetivo da ODS em seu item 4.c prevê que “Até 2030, substancialmente aumentar o contingente de professores qualificados, inclusive por meio da cooperação internacional para a formação de professores, nos países em desenvolvimento, especialmente os países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento”.

Dentro desse contexto, o currículo é um dos instrumentos nós educadoras temos para orientar nossas ações e de acordo com a BNCC de Educação Infantil, os grupos etários atende os pequenos de zero aos 5 anos e 11 meses. Desta forma, para definir quais são os objetivos de aprendizagem adequados para cada faixa etária dos pequenos, a Base se divide em três faixas etárias:

- Bebês (zero a 1 ano e 6 meses);
- Crianças bem pequenas (1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses);
- Crianças pequenas (4 anos a 5 anos e 11 meses).

Segundo a Base na Educação Infantil, as interações e as brincadeiras são eixos estruturantes das práticas pedagógicas, tanto as interações quanto as brincadeiras estão presentes nas atividades com os pequenos. A partir disso, a Base estipula seis direitos de aprendizagem e desenvolvimento, que são: Conviver; Brincar; Participar; Explorar; Expressar-se; Conhecer-se.

Para assegurar os seis direitos listados acima, a BNCC se estrutura em cinco campos de experiência para que bebês e crianças bem pequenas possam aprender e se desenvolver. Assim, os direitos de aprendizagem são contemplados dentro de cada um dos Campos de Experiência, que são:

- **O Eu, O Outro e O Nós** : Habilidades Sociais, Autonomia e Identidade;
- **Corpo, Gestos e Movimentos**: Habilidades do Corpo;
- **Escuta, Fala, Pensamento e Imaginação**: Campo da Oralidade e Letramento;
- **Traços, Sons, Cores e Formas**: Expressão Musical e Dança, Expressão em Artes Visuais, Expressão no Faz de Conta, sons, formas e imaginação;
- **Espaços, Temos, Quantidades, Relações e Transformações**: Conhecimento de mundo: natureza, ciência e matemática.

Nossa responsabilidade consiste em compreender e o por que se atentar à evolução cognitiva, motora, social e emocional da criança e para isso é necessário entender o desenvolvimento infantil.

COMUNICAÇÃO EMOCIONAL DIRETA

As interações sociais e o desenvolvimento emocional são fundamentais. A criança aprende a expressar emoções, a estabelecer vínculos afetivos e a interagir com outras pessoas. Ela começa a desenvolver empatia, a reconhecer sentimentos e a compartilhar experiências.

Assim a comunicação Emocional Direta é um momento fundamental para que ocorra o desenvolvimento infantil saudável. É durante os primeiros meses de vida que as crianças dependem fortemente da comunicação emocional dos adultos para entender e regular suas próprias emoções.

Percebe-se que o Objetivo 6 diz “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos “ em seu item 6.2 que projeta que “Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade”, devem ser trabalhados desde a tenra infância em momentos de comunicação face a face, sensibilizando-os.



Foto 11: Comunicação Emocional Direta

Fonte: Emanuelli Renosto

Nos primeiros meses de vida a criança depende das ações de adulto para garantir que suas necessidades básicas de sobrevivência para que sejam atendidas. Neste período, ocorre intenso desenvolvimento e aprendizagem, pois os bebês estão aprendendo a ter suas necessidades atendidas através do choro e, posteriormente a comunicar-se com riso, choro, balbucio, expressões faciais e corporais.

Para Facci, Leonardo & Franco (2023), o primeiro ano de vida a comunicação do bebê acontece através da mediação do professor, nomeando objetos, situações, emoções, chamando o bebê pelo nome, usando uma voz expressiva, fazendo o que chamamos de comunicação emocional direta.

EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL E COMO ESTÃO ORGANIZADOS ESSES MOMENTOS NO CMEI?

Os cardápios são elaborados pela nutricionista da Secretaria Municipal da Educação de Toledo para atender todas as necessidades das crianças. São oferecidos cardápios especiais para os casos de diabetes, doença celíaca, intolerância à lactose, vegetarianos, entre outros.

Segundo Passos (2007), para que o processo de desenvolvimento físico e psicossocial da criança ocorra de maneira satisfatória é necessário garantir uma alimentação balanceada, ou seja, com alimentos que supram suas necessidades de nutrientes básicas (carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, minerais e água).

As refeições são balanceadas e diversificadas, inclusive com produtos da agricultura familiar, para atender às necessidades nutricionais dos estudantes. São respeitados hábitos alimentares dentro dos parâmetros da legislação federal, a lei nº 11.947.

Nessa perspectiva, Objetivo 2 da ODS diz: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável em seu item 2.3 prevê que “Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola”.

Dentro dessa perspectiva, momentos de alimentação saudável, com as crianças do Infantil, segue fotos logo a baixo:



Foto 12: Shanhe
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 13: Matheu



Foto 14: Hadasa
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 15: Ani Mariana
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 16: Benjamin



Foto 17: Natã

Nesse sentido, os CMEIs têm uma importante contribuição ao fornecer uma alimentação equilibrada que atenda às necessidades nutricionais das crianças sob sua responsabilidade, mas também no sentido de educá-las para que, conhecendo a importância de uma boa alimentação para sua saúde, adquira hábitos alimentares saudáveis desde a infância. Segue mais algumas fotos referentes aos momentos de refeição nos CMEIs:



Foto 18: Théo
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 19: Jhon
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 20: Helena
Fonte:Emanuelli Renosto



Foto 21: Thessica



Foto 22: Alimentação



Foto 23: Alimentação

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) preza pela oferta de alimentos saudáveis. Recentemente, em 2020, surgiu uma nova resolução nesta legislação que limitou ainda mais a oferta de açúcares e proibiu produtos ultraprocessados na alimentação escolar, garantindo inclusive a oferta obrigatória e frequente de micronutrientes importantes para a aprendizagem e que as crianças brasileiras têm apresentado carências, como o ferro e vitamina A.

Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano

Até 2030, acabar com todas as formas de desnutrição, incluindo atingir, até 2025, as metas acordadas internacionalmente sobre nanismo e caquexia em crianças menores de cinco anos de idade, e atender às necessidades nutricionais dos adolescentes, mulheres grávidas e lactantes e pessoas idosas.

Conforme o exposto, percebe – se que, sem uma alimentação adequada em quantidades e qualidade é impossível garantir crescimento e desenvolvimento adequado as crianças.

A temática da boa alimentação permeia o cotidiano dos CMEIs nos momentos de refeição e também os componentes curriculares. Algumas crianças ainda mamam, há lactários e cantinhos de amamentação nos CMEIs. As mães podem utilizar o espaço ou deixar o leite materno para alimentar seu bebê.

Sobre a introdução de alimentos sólidos na dieta alimentar do bebê, pesquisas e orientações na área da puericultura apontam que a prática de bons hábitos alimentares nos primeiros mil dias de vida (gestação e os primeiros dois anos) é a base de uma futura boa alimentação e vida saudável. Mais que isso, importa não apenas o que se come, mas a relação que se estabelece nesse momento (BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, Passos (2007), se baseia nos RCNEI sobre a relação da alimentação com o cuidar e educar

“O ato de alimentar tem como objetivo, além de fornecer nutrientes para a manutenção da vida e da saúde, proporcionar conforto ao saciar a fome, prazer ao estimular o paladar e contribuir para a socialização ao revesti-lo de rituais. Além disso, é fonte de inúmeras oportunidades de aprendizagens” (RCNEI, 1998, p.55).



Foto 24: Luiz

Fonte: Emanuelli
Renosto



Foto 25:
Elaine



Foto 26: Ani Mariana

Fonte: Emanuelli
Renosto



Foto 27:
Théo



Foto 28: Antonela e Maria
Foto 29: Lorenzo

Fonte: Emanuelli Renosto



Dentro desse contexto, muitas vezes é realizado atividades de sensibilização com as crianças em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Nessa perspectiva, a ODS 4 diz que: Educação de qualidade. O aprendizado começa até antes do nascimento. Tanto que estudos mostram que ações em prol do desenvolvimento da primeira infância são a base para que a criança consiga aprender, ter sucesso acadêmico e uma vida produtiva.

Segundo Pia Britto (2023), chefe de desenvolvimento da Primeira Infância do Unicef, enfatiza que o foco da ODS 3: Saúde e bem-estar é:

“garantir uma vida saudável para toda a sociedade, vale lembrar que, quanto antes se investe no bebê ou na criança, mais é reduzida a chance de ele desenvolver doenças cardiovasculares e não transmissíveis ao longo de sua vida toda. Assim, é importante apontar como são fundamentais as ações e os programas de saúde realizados logo no início da vida, para assegurar o bem-estar da criança e evitar problemas no futuro. Para isso, destaque, por meio de exemplos ou estudos, a importância de detectar precocemente doenças/distúrbios e de que as crianças sejam assistidas por equipes multidisciplinares (médico, psicólogo, assistente social, professor etc.)”.

Contudo, ainda que os ODS não mencionam diretamente crianças menores de 6 anos, importa ressaltar que todos são relevantes para o desenvolvimento e o futuro das crianças, especialmente na proteção de seus direitos. A agência da ONU afirma que os ODS “são uma oportunidade histórica para melhorar os direitos e o bem-estar de cada criança, especialmente as mais desfavorecidas” e deixa claro que sem oportunidades justas para as meninas e meninos não há desenvolvimento sustentável (PIA BRITTO, 2023, p.01).

Deste modo, o item 12.5 diz que “Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reúso” e no item 12.8 “Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza”. Assim a reutilização de materiais na educação infantil é utilizado para brincar aprendendo através das sucatas e utilizando pneus para estimular o desenvolvimento da coordenação motora ampla, como pode ser visto nas fotos a seguir:



Foto 30: Brincadeiras com sucata

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 31: Brincadeiras no solário

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 32: Guardar os objetos

Fonte: Emanuelli Renosto



Foto 33: Brincadeiras com pneus

Fonte: Emanuelli Renosto

Nessa perspectiva, a ODS pode e deve iniciar na Educação Infantil. Assim em seu Objetivo 13 diz “Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos” em seu item 13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima

Em seu Objetivo 4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos em seu item 4.1 que diz que “Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes” e em seu item 4.2 “Até 2030, garantir que todos as meninas e meninos tenham acesso a um desenvolvimento de qualidade na primeira infância, cuidados e educação pré-escolar, de modo que eles estejam prontos para o ensino primário”.

A educação inclusiva deve começar na educação infantil, como vemos na LDBEN (9.394/96):

“Art. 29º. A educação infantil, primeira etapa da educação básica, tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança até seis anos de idade, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade.”

Com a criação do Estatuto da Criança e Adolescente (Lei 8.069/90) ficou ainda mais evidente a importância da educação na formação do homem, segundo o estatuto a criança e o adolescente tem total direito a educação para seu pleno desenvolvimento a fim de formar-se para o mundo de trabalho e para a cidadania.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi apresentar a importância do brincar para o desenvolvimento infantil. Constata-se que o brincar é um meio para adquirir a aprendizagem de maneira espontânea e prazerosa, favorecendo a compreensão da realidade, a construção da identidade e a descobrindo mundo que a rodeia.

A brincadeira não deve ser considerada então como uma simples atividade de distração para uma criança, pois ela tem um grande papel na vida de uma pessoa, ela desafia a criança a se desenvolver, promove a socialização e a descoberta de tudo que está a sua volta. Parece claro que no âmbito educacional infantil as atividades lúdicas são mais eficientes quando se almeja a otimização do processo de aprendizagem.

O lúdico é significativo à criança, pois permite conhecer, compreender, construir seus conhecimentos e tornar-se cidadã deste mundo, ser capaz de exercer sua cidadania com dignidade e competência. Contribui também para a formação de cidadãos autônomos, capazes de pensar por conta própria, sabendo resolver problemas e compreendendo um mundo que exige diferentes conhecimentos e habilidades.

É buscando novas maneiras de ensinar por meio de práticas pedagógicas inovadoras, engajando professores e alunos com uso ou não de tecnologias através de comprometimento com a educação, conseguiremos uma educação de qualidade e que realmente consiga ir ao encontro dos interesses e necessidades da criança.

Cabe ressaltar que é preciso saber entrar no mundo da criança, no seu sonho, no seu jogo e, a partir daí, jogar com ela. Quanto mais espaço lúdico proporcionarmos, mais alegre, espontânea, criativa, autônoma e afetiva ela será.

Propomos aos educadores infantis, transformar o brincar em trabalho pedagógico para que experimentem, como mediadores, o verdadeiro significado da aprendizagem com desejo e prazer.

É preciso que o professor assuma o papel de criador de um currículo que privilegie as condições de aprendizagens que a ludicidade contém nos seus diversos domínios, afetivo, social, perceptivo motor e cognitivo, explicitando-a corajosamente como meta da instituição educativa.

Se você leu o presente trabalho até agora é porque ocorreu o engajamento através do envolvimento emocional, potencializado com um propósito em comum: por uma conexão de uma prática educativa inovadora e engajada com uso ou não de tecnologias digitais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ordália Alves, ESPÍNDOLA, Ana Lúcia & GHIRALDELLO, Antonio Vitorio. **História da Educação. Em três momentos da História do Brasil: Período Colonial, Período Imperial e Primeira República**. Cuiabá: EdUFMT, 2006.

BANDEIRA, Maria de Lourdes & FREIRE, Otávio. **Antropologia**. Cuiabá: EdUFMT, 2006. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC).

BETTELHEIM, Bruno. **Bruno Bettelheim e a psicanálise dos contos de fadas**. Disponível em: **BRUNO BETTELHEIM E A PSICANÁLISE DOS CONTOS DE FADAS - RFM EDITORES (REVISTAEDUCACAO.COM.BR)**, ACESSADO EM 18 AGO. 2023.

BRASIL. LDB. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei 9.394/9.

BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental**. Referencial curricular nacional para a educação infantil – Brasília: MEC/SEF: 2018. 27 p.

BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental**. Referencial curricular nacional para a educação infantil – Brasília: MEC/SEF: 1998. [Documento introdutório].

BRASIL. **Estatuto da criança e do adolescente: Lei federal nº 8069, de 13 de julho de 1990**. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 2002.

BRUGÈRE, G. **Brinquedo e Cultura**. São Paulo: Cortes, 1994.

FACCI, Marilda Gonçalves Dias. LEONARDO, Nilza Sanches Tessaro & FRANCO, Adriana de Fátima. **Implicações da periodização do desenvolvimento humano para a prática pedagógica em destaque a psicologia histórico-cultural**. Paranavai: EduFatecie, 2023.

Franco, F. (2007). **Infant pointing: Harlequin, Servant of two masters**. In N. Eilan, C. Hoerl, T. McCormack, & J. Roessler (Eds.), *Joint attention: Communication and other minds: Issues in philosophy and psychology* (pp. 129-164). New York: Oxford.

FRIEDMAN, Adriana. **A arte de brincar**. São Paulo: Vozes, 2012.

_____. **Brincar, crescer e aprender**. São Paulo: Moderna 1994. FROBEL, F. **A Educação do ser humano**. Passo Fundo: UPF, 2001.

HORN, M. G. S. **Sabores, cores, sons, aromas. A organização dos espaços na Educação Infantil**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

OLIVEIRA, Ana Arlinda de & SPINDOLA, Arilda Maria de Almeida. **Linguagens na Educação Infantil III – Literatura Infantil**. Cuiabá: Edufmt, 2008.

PASSOS, Maria Cristina. **Saúde, Alimentação e Nutrição**. Cuiabá: Edufmt, 2007.

ROSSETTI – FERREIRA, M. C. et al. (Org.). **Os fazeres na Educação Infantil**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

ROJAS. Jucimara. **Jogos, Brinquedos e Brincadeiras: O lúdico e o processo de desenvolvimento Infantil**. Cuiabá. 2007.

SACRISTAN, J. G. Consciência e ação sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.) **Profissão Professor**. Lisboa: Porto, 1995.

VYGOTSKI. **A formação social da mente**. Local: Livraria Martins Fontes, 1984.

A PRESENÇA NOCIVA DO PLÁSTICO NAS OFERENDAS DA RELIGIOSIDADE AFRO-BRASILEIRAS

Data de aceite: 01/04/2024

Auzelene Miranda Gusmão

Pós-doutoranda em Ciências da Educação
pela Faculdade Interamericana de
Ciências Sociais (FICS)

Maria Clementina de Oliveira

Doutora em Ciências da Educação pela
Faculdade Interamericana de Ciências
Sociais (FICS)

A presente comunicação tem por objetivo refletir sobre a presença do plástico, enquanto oferenda, nas festas religiosas afro-brasileiras, uma vez ser elemento de comprovado risco para a natureza promovendo impacto ambiental. A metodologia aplicada para tal estudo foi a bibliográfica apoiando-se teoricamente nas abordagens de Guedes em seu artigo ‘Controvérsias em torno do uso do meio ambiente em rituais religiosos afro-brasileiros’.

O ponto de referência da discussão não se apoia no caráter de fé dos seus seguidores, bem como dos seus simpatizantes, mas na ambientação (in)

adequada de sua manifestação quanto às oferendas realizadas em ambiente externo aos espaços de culto mais precisamente conhecidos como terreiro. Mesmo sendo algumas delas reconhecidas como festas das mais populares, consagradas e atrativas, além de possuírem grande porte turístico e fazerem parte do calendário de festividades religiosas de determinadas regiões do país, não introduzem com veemência a política ambiental nos aspectos de dádiva.

É importante notar que a construção de uma mentalidade para o sustentável necessita de mudança de comportamento, inclusive no campo dos dogmas da fé o que significa dizer que o sagrado deve estar para a preservação, para o cuidado com a vida dos seres e do seu universo de habitação, considerando que nenhum mal pode ser dispensado como forma de oferenda, ou seja, desconsiderar que a presença de elementos nocivos como o plástico, no meio ambiente, pode vir a ser considerado oblação.

Para Guedes (2014) existem incongruências a esse respeito, algumas linhas que fazem parte das religiões afro-brasileiras vão ao encontro de atitudes que promovem impactos ambientais, elas se esbarram em modos e ações que contribuem ainda mais para a desconstrução de um ambiente que precisa ser sustentável. É questionável não revisar o pensamento inicial de devoção sem obedecer a esse critério e ainda dar continuidade a ele, mesmo estando em uma atmosfera de discussões que já sinaliza para os perigos de toda e qualquer natureza poluente.

No que se refere à preservação do meio ambiente e com vistas às manifestações sociais que se levantam contrárias ao campo afro-religioso, uma proposta suscitada é a de uma cartilha que visa orientar os terreiros a selecionarem tipos biodegradáveis de oferendas como ação ecológica. Essa orientação pode gradativamente ir se tornando um princípio educacional capaz de promover uma espécie de regularização e filtro que possibilitam excluir o uso do plástico, por exemplo, dos rituais de dádivas aos orixás.

Outra proposta é a de confrontar a realidade dessas oferendas com a concepção que as religiões afro-brasileiras possuem, esse diálogo proporciona expansão quanto ao seu movimento rumo aos aspectos de preservação do meio ambiente, o que contribui para desmistificar a relação dos seus adeptos com os espaços externos e com os orixás, a quem se deve o respeito por estarem diretamente ligados aos elementos da natureza.

É sabido que o plástico e suas variações causam inúmeras consequências para o espaço ecológico, a resistência e durabilidade que possuem são provas de que a sua permanência nos solos, rios e mares trazem desequilíbrio e que, em cadeia, atinge a todos os seres vivos. Partindo desse pressuposto faz-se necessário que os líderes religiosos estejam envolvidos com as causas ambientais, não é necessário que sejam ativistas, mas cidadãos que interagem e transmitem às suas comunidades religiosas a importância de sintonizarem a fé com a natureza.

No entanto, ainda é larga a escala de festas religiosas afro-brasileiras e de outras denominações cristãs que tem fugido às regras de preservação do meio ambiente. Algumas delas, asseguradas por órgãos públicos, com fins lucrativos advindos do turismo não fiscalizam corretamente, e não acentuam as pequenas iniciativas de preservação que algumas já se propõem a fazer. O que vemos consolidado, dessa forma, é a fé transpassando o nível de consciência ecológica e, por ela justificada, submetendo os seus seguidores ao erro.

Na cidade de Salvador, em 2 de fevereiro, comemora-se o dia de Iemanjá denominada Rainha das Águas. Muitos se dirigem às praias em um sincretismo religioso para lançarem as suas oferendas ao mar. Há uma diversidade de presentes devotados a Iemanjá, dentre eles os mais voltados para a beleza, pois acreditam que sua preferência está para os itens que sustentam a sua vaidade, inclusive flores.

Nesse conjunto de adereços temos a presença do plástico de formas variadas como estojos de maquiagem, pentes, colares, espelhos com molduras, além de tampas

de perfumes, champagnes e bonecas. São incontáveis as formas visíveis e até mesmo discretas com que o plástico é inserido nessa devoção, mesmo com a manifestação de pequenos grupos que se preocupam e defendem as causas ambientais, durante o ato religioso, ainda não tem sido suficiente para livrar a atmosfera de um grande impacto causado em um dia de festa.

A sobreposição da fé às nefastas consequências não é heterogênea nesse momento, elas se misturam de forma “(in)consciente” e caminham para uma reverência sem precedentes, enobrecendo o ato da oferenda sob quaisquer circunstâncias, até mesmo no desvio de uma conduta que acarreta por décadas consequências irreversíveis ao meio ambiente. É discrepante a ausência de uma ordenação entre o pensamento da religiosidade afro-brasileira e a sua fé manifestada, mesmo diante de um cenário interno que ratifica a preservação da natureza por ser ela a sua própria expressividade.

É preciso repensar as formas com que as oferendas não biodegradáveis têm sido depositadas nas áreas marítimas, a intolerância não deve ser para com a fé e suas manifestações, mas para com todo e qualquer feito que promova prejuízo ambiental. Substituir as oferendas poluentes, por exemplo, por outras que sejam compatíveis com o ecossistema é uma forma consciente de se trabalhar a preservação ambiental e, sobretudo, relacioná-la aos aspectos da fé demonstrando que esta não é cega.

REFERÊNCIAS

GUEDES, L.C. **Controvérsias em torno do uso do meio ambiente em rituais religiosos afro-brasileiros**. Disponível em; [http://www.29rba.abant.org.br/resources/anais/1/1402678148_ARQUIVO_Paper29RBA_Copelotti, Lucia.pdf](http://www.29rba.abant.org.br/resources/anais/1/1402678148_ARQUIVO_Paper29RBA_Copelotti_Lucia.pdf)

GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental**: no consenso um debate? Campinas, Papirus, 2000.

QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS PRÉ E PÓS-PANDEMIA DO COVID-19

Data de aceite: 01/04/2024

Ana Beatriz Almeida de Souza

Aluna de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária UERJ
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Júlia de Souza Lemos

Aluna de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária UERJ
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Thomaz de Magalhães Vieira

Aluno de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária UERJ
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Jaqueline Costa Areas de Almeida

Engenheira Ambiental e Sanitária
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Leticia Delduque Alves

Engenheira Ambiental e Sanitária
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Áthila Dias Carrapatoso Ribeiro

Aluno de Graduação em Engenharia Civil UERJ
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Fabrcício Pimenta Cunha

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – DEAMB/UERJ
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Daniele Maia Bila

Professora Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Professor Associado(a) do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

RESUMO: A pandemia do novo coronavírus provocou mudanças no padrão de vida das pessoas, de modo afetar condições ambientais, como da emissão de poluentes. Este trabalho avaliou a qualidade das águas pluviais e os níveis de determinados poluentes atmosféricos, a partir da análise de dados pré e pós-COVID19, de um sistema de captação de águas pluviais na cidade do Rio de Janeiro. Foram analisadas mais de 90 amostras de volumes precipitados entre 2018 e 2022 de um sistema de águas pluviais instalado no bairro Maracanã, na cidade do Rio de Janeiro-RJ. Os parâmetros analisados de qualidade da água de chuva foram: pH, turbidez e condutividade elétrica.

Os poluentes atmosféricos, do Sistema MonitorAr, da Prefeitura do Rio de Janeiro foram: Monóxido de Carbono, Material Particulado, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio e Ozônio. As amostras de águas pluviais, para o parâmetro do pH, tiveram uma diminuição nas médias de todos os pontos, enquanto a turbidez apresentou aumento das médias durante o período pré e pós-pandemia. Houve uma redução da média da condutividade durante o período analisado, com exceção das amostras obtidas do reservatório principal. No tratamento da água da chuva, o dispositivo de descarte de volume inicial *first flush* apresentou relevância na retenção de poluentes, quanto à redução desses constituintes para o reservatório. Pode-se concluir que houve alterações dos padrões de qualidade da água da chuva no período pré e pós-pandêmico, no entanto sem correlações significativas entre as cargas de poluição atmosféricas no volume armazenado das águas pluviais.

PALAVRAS-CHAVE: Água de chuva, águas urbanas, poluição atmosférica.

ABSTRACT: The COVID-19 pandemic has brought about changes in people's lifestyles that have affected environmental conditions, such as pollutant emissions. This study assessed the quality of rainwater and the levels of specific atmospheric pollutants based on pre and post-COVID-19 data analysis from a rainwater harvesting system in the city of Rio de Janeiro. Over 90 samples of precipitation volumes between 2018 and 2022 were analyzed from a rainwater harvesting system installed in the Maracanã neighborhood in Rio de Janeiro, Brazil. The analyzed parameters for rainwater quality were pH, turbidity, and electrical conductivity. The atmospheric pollutants, obtained from the MonitorAr System of the Municipality of Rio de Janeiro, included carbon monoxide, particulate matter, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, and ozone. The rainwater samples showed a decrease in pH averages for all sampling points, while turbidity exhibited an increase in averages during the pre and post-pandemic period. The average conductivity decreased during the analyzed period, except for samples obtained from the main reservoir. In rainwater treatment, the initial volume discharge device (first flush) played a significant role in retaining pollutants, reducing their transport to the reservoir. It can be concluded that there were changes in rainwater quality patterns between the pre and post-pandemic periods; however, no significant correlations were found between atmospheric pollution loads and the stored volume of rainwater.

KEYWORDS: Rainwater, urban water, air pollution.

INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido mundialmente por sua grande disponibilidade hídrica, ainda assim, ao longo de seu território, observam-se regiões abastecidas, ao passo que outras apresentam irregularidade na disponibilidade hídrica. O crescimento populacional, sobretudo nas áreas urbanas, de acordo com o IBGE (2015), atualmente abriga cerca de 84% dos brasileiros. Juntamente com a agropecuária, o setor industrial e o abastecimento nas cidades, o uso dos recursos hídricos no Brasil tem se elevado de forma significativa, com previsão de aumento de 42% das retiradas de água até 2040 (ANA, 2021). Quando avaliadas as condições da qualidade das águas urbanas, devido à falta de planejamento e ao descarte de efluentes sem o tratamento necessário, têm sido frequentes os problemas relacionados ao abastecimento de água.

Desse modo, é crescente a adoção de alternativas capazes de atender a demanda hídrica, como no uso de sistemas de captação e armazenamento de águas pluviais para fins não potáveis, pois as chuvas são consideradas fontes de água limpa, de maneira a reduzir a demanda dos sistemas convencionais. No entanto, as condições atmosféricas, influenciadas por fatores como o tráfego veicular na região, e a superfície de escoamento podem alterar sua qualidade (HAGEMANN E GASTALDINI, 2016). De acordo com Santos, Ribeiro e Barboza (2016), as águas pluviais podem ser usadas, com devido tratamento, no setor industrial, em equipamentos que consomem muita água, como as caldeiras, por exemplo. O seu uso, porém, pode ser em sistemas de resfriamento, lavagem de veículos e pisos, entre outros usos especificados da NBR 15527/2019 (ABNT, 2019a).

Em dezembro de 2019, um novo vírus denominado SARS-COV-2, responsável pela COVID-19, começou a se espalhar pela China. Em março de 2020, o coronavírus já havia se disseminado pelo mundo de tal forma que a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2020) declarou o surto da pandemia do COVID-19, com medidas de distanciamento social em todo o mundo. Com isso, muitas das atividades cotidianas reduziram drasticamente ou cessaram, desde o volume de tráfego veicular nas principais avenidas até as atividades industriais.

Na cidade do Rio de Janeiro, em 16 de março de 2020, houve o anúncio do início das medidas de confinamento, e, portanto, do fechamento de locais que pudessem gerar aglomerações. Diante do esvaziamento das ruas e locais públicos, houve uma redução de tráfego entre transporte público e veículos particulares, que somada à redução das atividades do setor industrial, geraram impactos positivos na qualidade do ar.

As alterações nas condições de tráfego veicular podem afetar a qualidade das águas, sobretudo em regiões de intensa urbanização (FALLAH SHORSHANI *et al.*, 2014). A emissão de constituintes atmosféricos em áreas urbanas podem ser resultantes do tráfego local na contaminação das águas pluviais. Devido a esses fatores, torna-se fundamental a análise das relações entre os poluentes atmosféricos e a qualidade da água da chuva, a partir da avaliação de determinados períodos, de modo a permitir o emprego de tecnologias de tratamento e uso das águas pluviais de forma segura e eficiente.

Este trabalho teve como objetivo a análise da qualidade das águas de chuva e de níveis de determinados poluentes atmosféricos pré e pós-pandemia do COVID-19. A análise foi feita de pontos de coleta específicos, como: *first flush* (FF1), *first flush 2* (FF2) e reservatório (RR), de um sistema de captação de águas pluviais na cidade do Rio de Janeiro. Como parâmetros físico-químicos de qualidade de água de chuva foram analisados: pH, turbidez e condutividade elétrica, e os poluentes atmosféricos: monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e material particulado (MP10).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo e Sistema de Águas Pluviais

A área de estudo selecionada para coleta das amostras de água de chuva contempla o sistema de captação e armazenamento de águas pluviais (SAP), instalado no Campus Maracanã, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), localizado na rua São Francisco Xavier, bairro Maracanã, na cidade do Rio de Janeiro-RJ. O sistema encontra-se próximo a Avenida Maracanã e a Avenida Rei Pelé (antiga Avenida Radial Oeste), local de intenso fluxo veicular em área intensamente urbanizada (Figura 1 à esquerda).

O sistema de águas pluviais foi projetado para coletar e armazenar a água de chuva que escoa pelo telhado da garagem da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, composto por telhas de fibrocimento, com área de 35 m² disponível para captação. O SAP da garagem de veículos oficiais da UERJ é composto por PVC, condutores verticais e horizontais de PVC, conexões, extravasor, dispositivo separador de sólidos (SS), dispositivo de descarte do primeiro milímetro de chuva (*first flush*), reservatório de polietileno de 1.000 litros e registros de coleta de amostras em pontos específicos do sistema.

O sistema dispõe de 3 principais pontos de coleta de águas pluviais (Figura 1 à direita) denominados: (1) sistema de descarte inicial *first flush* 1 (FF1), com capacidade para armazenar 0,5 mm de precipitação a partir da deposição úmida e seca, (2) sistema de descarte *first flush* (FF2), com capacidade para armazenar 0,5 mm de precipitação a partir da deposição úmida e seca, e (3) reservatório – RR, ponto destinado ao aproveitamento, localizado no piso, com capacidade para armazenar até 28 mm de precipitação acumulada.



Figura 1 – Localização e vista do sistema de águas pluviais instalado na UERJ, Maracanã, Rio de Janeiro-RJ.

Fonte: Elaboração própria, 2023

Para obtenção dos dados pluviométricos foi utilizado o Sistema Alerta Rio, da Prefeitura do Rio de Janeiro, com dados da Estação Pluviométrica n° 4, localizada no Centro de Estudos do Sumaré – Estrada do Sumaré, n° 670, bairro Rio Comprido, e da Estação Pluviométrica n° 5, situada na Escola Estadual Monteiro de Carvalho – Rua Almirante Alexandrino, n° 2495, bairro Santa Tereza, como as estações mais próximas ao SAP-UERJ.

Os dados referentes aos poluentes atmosféricos foram obtidos através das Estações Fixas de Monitoramento de Qualidade do Ar da Rede MonitorAr-Rio (SMAC, 2021), pela Estação Tijuca, fixada na Praça Saens Pena, s/n, bairro Tijuca, e a Estação São Cristóvão, localizada no Campo São Cristóvão, s/n, bairro São Cristóvão.

CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO

Para determinação da média mensal da precipitação local foi realizado o tratamento dos dados fornecidos pela Prefeitura do Rio de Janeiro para a série histórica de 1997 a 2022, disponíveis para a estação n° 4 da Tijuca do Sistema Alerta Rio (Figura 3).

No período estudado de 25 anos (1997 à 2022) as médias mensais variaram entre 69 mm agosto e 192 mm em dezembro. Além disso, ao analisar a precipitação acumulada anual de 1997 a 2022 para a estação Tijuca, observa-se que a maior precipitação total anual foi registrada em 1998 com 2.600 mm, considerado o ano mais chuvoso.

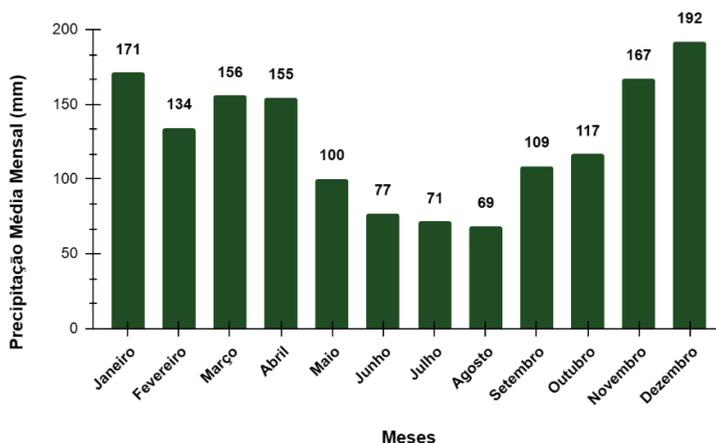


Figura 3 – Precipitação média mensal para a série histórica de 1997 a 2022 para a estação Tijuca.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2023

OBTENÇÃO DE DADOS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Os dados analisados de poluentes atmosféricos foram obtidos por meio do programa MonitorAr-Rio da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, destinado ao monitoramento da qualidade do ar da cidade. Utilizou-se a Estação Tijuca da Rede MonitorAr-Rio e os poluentes selecionados para o estudo foram monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e material particulado (MP10).

COLETA DAS AMOSTRAS E TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para fins de análise dos dados deste trabalho, foi considerado como período pré-pandemia entre janeiro de 2018 e fevereiro de 2020 e pós-pandemia entre novembro de 2022 e fevereiro de 2023. No período pré-pandemia, foram coletadas 42 amostras para os pontos de *first flush* (FF), 10 amostras para o ponto de precipitação direta (PD) e 28 amostras para o ponto do reservatório (RR). No período pós-pandemia, foram coletadas 8 amostras de água pluvial para os pontos de *first flush* (FF) e 4 para o reservatório (RR).

A análise estatística dos dados foi realizada a partir do uso do *software* Excel®. Para a análise qualitativa das águas pluviais foi utilizada a estatística descritiva de cada parâmetro de qualidade, como: pH, turbidez e condutividade elétrica. São apresentados os limites mínimos e máximos, a mediana e os *outliers*. A metodologia adotada para utilizar os dados de poluentes atmosféricos consistiu em calcular a média de concentrações entre as campanhas de águas pluviais, visto que estas amostras das águas pluviais foram obtidas uma vez por mês, enquanto os dados dos poluentes são disponibilizados diariamente. Desta forma, cada amostra de água de chuva apresentou um valor correspondente de poluentes atmosféricos.

QUALIDADE E PADRÕES DAS ÁGUAS PLUVIAIS

As amostras foram analisadas *ex situ*, no Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da UERJ, para caracterização dos volumes armazenados. Os parâmetros físico-químicos adotados e seus respectivos métodos são: condutividade elétrica (Método 2510 B: *Laboratory Method*), segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2012), pH (Método 4500 – H⁺ B: *Electrometric Method*) e turbidez (Método 2130 B: *Nephelometric Method*).

No Brasil, os padrões de qualidade para o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis devem atender preferencialmente ao disposto na NBR 15.527/2019 (ABNT, 2019a), a NBR 16.783/2019 (ABNT, 2019b) destinada ao uso de fontes alternativas de água não potável, como também a Portaria de GM/MS nº 888/2021 (MS, 2021) referente aos parâmetros de potabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados e discussões preliminares de amostras de qualidade das águas pluviais e de qualidade do ar, na região da Tijuca, Rio de Janeiro-RJ, para fins de avaliação de correlação das condições pré-pandemia e pós-pandemia.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras analisadas (Tabela 1) no período pré-pandemia (2018 a 2020) variou entre 6,27 e 9,47, com a predominância de um caráter mais ácido. As médias referentes a cada um dos pontos foram iguais a $7,90 \pm 0,27$ para PD, $7,43 \pm 0,75$ para FF1, $7,37 \pm 0,79$ para FF2 e, para o RR, $7,06 \pm 0,41$. Já no período pós-pandemia (2022 a 2023), as médias foram $7,09 \pm 0,18$ para FF1, $7,21 \pm 0,25$ para FF2 e $6,72 \pm 0,25$ para RR. Devido às condições de implantação do sistema de captação das águas pluviais, não foi possível, até a presente data, a obtenção de amostras da PD no período pós-pandemia.

Período	Ponto	Dados estatísticos			
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-pandemia n = 70	PD	7,45	8,31	7,90	0,27
	FF1	6,50	9,39	7,43	0,75
	FF2	6,42	9,47	7,37	0,79
	RR	6,27	8,05	7,06	0,41
Pós-pandemia n = 12	FF1	6,90	7,30	7,09	0,18
	FF2	6,92	7,40	7,21	0,25
	RR	6,51	7,04	6,72	0,25

PD: Precipitação Direta; FF1: First Flush 1; FF2: First Flush 2; RR: Reservatório

Tabela 1 – Estatística descritiva do pH por pontos nos períodos pré e pós-pandemia. Fonte: Autoria própria, 2023.

Do período pré-pandemia para o período pós-pandemia, nota-se uma redução de até 5% na média do pH em todos os pontos (FF1, FF2 e RR). Apesar da baixa alcalinização na média das amostras, observou-se uma mudança mais significativa no ponto do reservatório (RR).

Quanto aos limites definidos NBR 15.527/20119 (ABNT, 2019), cerca de 93 % das amostras obtidas no período pré-pandêmico se encontravam dentro dos padrões referentes ao pH (entre 6 e 9). As exceções foram 5 (cinco) amostras que tiveram resultados ligeiramente acima do limite máximo, sendo: 2 (duas) no ponto FF1 (9,3 em novembro de 2019 e 9,4 em janeiro de 2020) e 3 (três) no ponto FF2 (9,1 em outubro de 2019; 9,2 em novembro de 2019 e 9,5 em janeiro de 2020). Em relação às amostras coletadas no período pós-pandemia, todas se encontram dentro dos padrões definidos pela norma, independentemente de seu ponto de coleta.

A acidez da água da chuva está relacionada a poluição atmosférica, pois é resultante da solubilização dos gases e partículas de caráter ácido nas gotículas de água que participam do processo de formação das nuvens, favorecendo a elevação dos íons de hidrogênio (H⁺). Destaca-se a importância do dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de carbono (CO₂) como gases de características ácidas fundamentais nos processos químicos de gases dissolvidos na atmosfera (CARDOSO *et al.*, 2020).

Turbidez

Os resultados de turbidez (Tabela 2) das amostras pré-pandemia teve médias por ponto iguais a 0,72 ± 0,73 UNT para o PD, 10,82 ± 19,48 UNT para FF1, 7,11 ± 9,38 UNT para FF2 e 1,03 ± 1,02 UNT para RR. E, no período pós-pandemia, as médias foram 53,70 ± 59,82 para FF1, 10,20 UNT para FF2 e 2,59 ± 2,98 UNT para RR.

Período	Ponto	Dados estatísticos			
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-pandemia n = 70	PD	0,00	2,60	0,72	0,73
	FF1	91,00	0,00	10,82	19,48
	FF2	0,10	44,00	7,11	9,38
	RR	0,00	3,70	1,03	1,02
Pós-pandemia n = 5	FF1	11,40	96,00	53,70	59,82
	FF2	10,20	10,20	10,20	-
	RR	0,48	4,70	2,59	2,98

PD: Precipitação Direta; FF1: First Flush 1; FF2: First Flush 2; RR: Reservatório

Tabela 2 – Estatística descritiva por ponto para turbidez (UNT) nos períodos pré e pós- pandemia.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Houve um aumento nas médias de turbidez de todos os pontos, do período pré-pandemia ao período pós-pandemia, com a mudança mais significativa no *first flush* 1, de 10,8 UNT para 53,7 UNT. No entanto, na análise dos resultados por amostras, é possível observar inconsistências por eventos de poluição pontual, sobretudo em maio de 2018. O alto desvio padrão, especialmente no ponto FF1 durante o período pós-pandemia, se deu, principalmente, por resultados discrepantes.

Ademais, pode-se constatar que após o descarte dos primeiros milímetros de precipitação pelo dispositivo *first flush* 1 (FF1) e *first flush* (FF2), o ponto RR obteve resultados com melhorias significativas da turbidez, em ambas as épocas de coleta de amostras, demonstrando a influência do local de escoamento para captação e a eficiência do descarte das primeiras águas.

Quanto aos limites definidos pela NBR 15.527/2019 (ABNT, 2019a), o valor de turbidez deveria ser menor ou igual a 5 UNT e, enquanto todas as amostras de precipitação direta (PD) e do reservatório (RR), ou seja, pós tratamento e filtragem, tiveram resultados dentro dos padrões, diversas amostras do FF1 e do FF2 se encontraram acima dos valores máximos. Para o FF1, antes da pandemia, obteve-se 9 (nove) amostras fora dos limites da NBR 15527/2019 e, no período pós-pandemia, um total de 2 (duas) amostras encontraram-se fora dos padrões da NBR 15527/2019. Já para o FF2, 10 (dez) amostras coletadas antes da pandemia se encontram acima do limite máximo definido pela norma e apenas 1 (uma) amostra no pós-pandemia ultrapassou tal limite.

Condutividade elétrica

Dos resultados da condutividade elétrica (Tabela 3), obteve-se médias por ponto, durante o período pré-pandemia, iguais a $113,23 \pm 78,33 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para PD, $107,24 \pm 36,35 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para FF1, $106,22 \pm 36,11 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para FF2 e $73,73 \pm 27,85 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para RR. Enquanto no período pós- pandemia, foram iguais a $85,79 \pm 30,24 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para FF1, $56,39 \pm 9,73 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para FF2 e $77,02 \pm 39,50 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para RR.

Período	Ponto	Dados estatísticos			
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-pandemia n = 70	PD	44,00	172,80	113,23	78,33
	FF1	56,79	222,10	107,24	36,35
	FF2	61,22	220,20	106,22	36,11
	RR	36,20	150,70	73,73	27,85
Pós-pandemia n = 8	FF1	51,80	109,70	85,79	30,24
	FF2	49,51	63,27	56,39	9,73
	RR	32,80	108,80	77,02	39,50

PD: Precipitação Direta; FF1: First Flush 1; FF2: First Flush 2; RR: Reservatório

Tabela 3 – Estatística descritiva da condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) por pontos nos períodos pré e pós-pandemia.

Fonte: Autoria própria, 2023.

A redução das médias de condutividade foi observada nos pontos FF1 e FF2, enquanto o RR teve um aumento, durante o período pré-pandemia para o período pós-pandemia. Além disso, é possível perceber que, assim como com a turbidez, a diminuição das médias acontece após o *first flush* (FF1 e FF2), no período pré-pandemia e, de forma diferente ao observado no período pós- pandemia. Com relação aos valores da NBR 16.783 (ABNT, 2019b), que define os valores máximos de turbidez, todos os valores se encontraram dentro do padrão, inferior à $3.200 \mu\text{S.cm}^{-1}$.

A Figura 4 ilustra as médias obtidas dos parâmetros pH, turbidez e condutividade elétrica dos pontos FF1, FF2 e RR de amostras coletadas do sistema de águas pluviais. No geral, os resultados preliminares apresentados até a presente data, indicam redução dos parâmetros pH e da condutividade elétrica no período pós-pandemia, em relação ao período pré-pandemia. Em todo o período houve aumento da turbidez, sobretudo na média do ponto FF1.

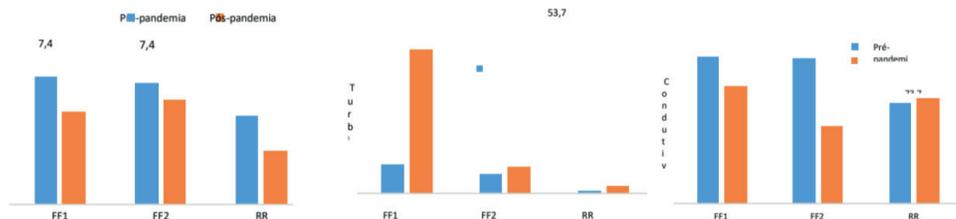


Figura 4 – Médias preliminares dos parâmetros pH (à esquerda), turbidez (centro) e condutividade elétrica (à direita) nos períodos pré-pandemia e pós-pandemia.

Fonte: Elaboração própria, 2023

Concentração dos poluentes atmosféricos

A análise do comportamento da concentração de poluição do ar indica as médias durante o período pré-pandemia, entre 2018-2020, dos poluentes atmosféricos CO, MP10, NO2, SO2 e, no período pós-pandemia, entre 2022-2023, da concentração de MP10 e NO2 (Tabela 4).

Período	Poluente	Dados estatísticos			
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-pandemia n = 11473	CO	0,00	12,08	0,42	0,33
	MP10	5,00	152,20	29,71	13,69
	NO2	0,00	168,34	39,81	19,13
	SO2	0,00	103,09	4,16	8,05
Pós-pandemia* n = 125	MP10	7,00	40,00	19,98	7,05
	NO2	19,00	122,00	58,58	23,62

* Ausência de informações dos poluentes CO e SO2 no período pós-pandemia

Tabela 4 – Estatística descritiva nos períodos pré e pós-pandemia dos poluentes atmosféricos (CO – monóxido de carbono em ppm, MP10 – partículas inaláveis em $\mu\text{g.m}^{-3}$, NO2 – dióxido de nitrogênio em $\mu\text{g.m}^{-3}$ e SO2 – dióxido de enxofre em $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Fonte: Autoria própria, 2023

Dos resultados das concentrações de poluentes atmosféricos, foram observados dados diários obtidos do sistema MonitorAr, da Prefeitura do Rio de Janeiro. Foram consideradas diferenças no conjunto de amostras pós-pandemia, em relação ao período pré-pandemia, em função do completo retorno pela instituição das atividades presenciais em 2022. Durante os períodos analisados, nota-se uma redução de cerca de 32% na média de MP10, enquanto houve um aumento de 47% na concentração média de NO2.

A qualidade do ar da região da Tijuca é influenciada por fontes móveis, devido à elevada quantidade de veículos de passeio e à expressiva contribuição de ônibus de transporte público. Portanto, o monitoramento registra concentrações baixas de dióxido de enxofre (SO2) e monóxido de carbono (CO), além de valores altos de partículas inaláveis (SMAC, 2012).

O período pré-pandêmico apresentou concentrações médias mais elevadas, com exceção da turbidez e dióxido de nitrogênio (NO2), em todos os parâmetros monitorados. Foi evidenciado aumento da turbidez nos pontos de coleta entre 2022 e 2023, atribuída à possível normalização do fluxo de veículos no entorno da região de estudo, uma vez que o registro de áreas urbanas com emissão de partículas inaláveis e dióxido de enxofre, com pequeno índice de indústrias, têm origem predominante dos veículos que utilizam diesel (ALMEIDA *et al.*, 2019).

CONCLUSÕES

Verificou-se maior influência na qualidade de água pluvial durante o período de pré-pandemia, com baixa influência significativo das concentrações da qualidade do ar na região da Tijuca. Embora a qualidade do ar seja influenciada por diversos fatores, mudanças ocorreram durante o período da pandemia, devido às medidas de controle e restrições implementadas de contenção da propagação do vírus, sobretudo quanto à circulação de veículos e redução no volume de tráfego.

Devido às correlações entre os poluentes MP10, NO2 e SO2, como também pelas características urbanas da região de estudo nos períodos pré e pós-pandemia, pôde-se constatar que a origem da poluição atmosférica da área é originada predominantemente de fontes móveis.

Para trabalhos futuros recomenda-se ampliação do conjunto de amostra de dados pós-pandemia, de maneira correspondente ao período pré-pandemia, com o tratamento dos dados e a elaboração de gráficos *boxplot* e matriz de correlação como forma de avaliação gráfica e estatística dos resultados. Espera-se também obter dados do volume de tráfego veicular na região, a partir da metodologia IGVOL, como medida de avaliação das condições de circulação de veículos, antes e posterior à pandemia do COVID-19.

REFERÊNCIAS

ALERTA RIO. Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro: Sistema de alerta de chuvas intensas e de deslizamentos em encostas da cidade do Rio de Janeiro. Gerenciado pela Fundação GEO-RIO. Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/>>. Acesso em: jun de 2021.

ALMEIDA, R. P. S.; SOUZA, T. C.; SOUZA, S. Q.; MARTINS, E. M.; CORRÊA, S. M. Comparação da Qualidade do Ar em Localidades Industrial e Urbana. *Revista Internacional de Ciências*, v. 9, n. 3, p. 47-62, 2019.

ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Relatório 2021. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília/DF. 2021. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>. Acesso em 17 jun 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15527: Água de chuva -Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, 2019a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, 2019b.

CARDOSO, R.; SILINGARDI, H. M. T.; CARDOSO, A. A. Gases ácidos na atmosfera: fontes, transporte, deposição e suas consequências para o ambiente. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 382-385, 2020.

FALLAH SHORSHANI, M., BONHOMME, C., PETRUCCI, G. et al. Road traffic impact on urban water quality: a step towards integrated traffic, air and stormwater modelling. *Environ Sci Pollut Res* 21, 5297–5310 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11356-013-2370-x>.

HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M.C.C.. Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de Santa Maria - RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 21, n. 3, p. 525-536, jul./set. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011615010>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *População Rural e Urbana*. 2015

MINISTÉRIO DE SAÚDE (MS). *Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021*. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 2021.

OMS. Organização Mundial da Saúde. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. World Health Organization (WHO) (Nota de imprensa). 10 de junho de 2023.

SANTOS, L.O.; RIBEIRO, W.F.; BARBOSA, S.A. Análise da qualidade da água de chuva para uso em caldeiras industriais. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*, v. 5, n.1, edição especial, p. 163 - 172, 2016.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE (SMAC). *Boletim Diário da Qualidade do Ar. Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – MonitorAr-Rio*. Prefeitura do Rio de Janeiro. 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE (SMAC). *Relatório da Rede MonitorAr Rio 2011-2012. Qualidade do Ar na Cidade do Rio de Janeiro*. Prefeitura do Rio de Janeiro. 2012.

MONITORAMENTO AMBIENTAL DA PROLIFERAÇÃO DO *Aedes Aegypti* COM DRONES NA CIDADE DE MEDIANEIRA-PR

Data de aceite: 01/04/2024

Giovanna Bellina Spadachin

Bolsista da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Medianeira, Paraná,
Brasil
<https://lattes.cnpq.br/4740150349533772>

RESUMO: Os drones têm se destacado como importantes ferramentas no monitoramento ambiental devido à sua capacidade de acessar áreas de difícil alcance, coletar dados de maneira eficaz e rápida, e reduzir os custos e riscos associados às operações aéreas tripuladas. O presente estudo teve como objetivo a utilização do drone para sobrevoar áreas urbanas e identificar potenciais focos de reprodução do *Aedes aegypti* e analisar os dados climáticos em relação ao aumento de casos de dengue. Esses focos foram principalmente associados à disposição inadequada de lixo e ao armazenamento inadequado de água. A utilização dos drones não apenas agilizou o processo de identificação, mas também reduziu o risco dos pilotos envolvidos. Os dados meteorológicos obtidos revelam que a cidade de Medianeira - PR apresenta um clima propício à proliferação desses mosquitos, devido à ocorrência de chuvas

abundantes e um clima subtropical úmido. Porém, não há uma correlação positiva entre os fatores climáticos e o aumento dos casos de dengue diagnosticados durante a pesquisa entre os meses de novembro de 2022 a junho de 2023, pois na transição do outono para o inverno diminuí as chuvas e aumentam os casos de dengue.

PALAVRAS-CHAVE: casos de dengue; dados meteorológicos; potenciais focos.

ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE PROLIFERATION OF *Aedes* *Aegypti* WITH DRONES IN THE CITY OF MEDIANEIRA-PR

ABSTRACT: Drones have emerged as important tools in environmental monitoring due to their ability to access difficult-to-reach areas, collect data effectively and quickly, and reduce the costs and risks associated with manned aerial operations. The present study aimed to use the drone to fly over urban areas and identify potential breeding grounds for *Aedes aegypti* and analyze climate data in relation to the increase in dengue cases. These outbreaks were mainly associated with inadequate waste disposal and inadequate water storage. The use of drones not only speeded up the

identification process, but also reduced the risk for the pilots involved. The meteorological data obtained reveal that the city of Medianeira - PR has a climate conducive to the proliferation of these mosquitoes, due to the occurrence of abundant rain and a humid subtropical climate. However, there is no positive correlation between climatic factors and the increase in dengue cases diagnosed during the research between the months of November 2022 and June 2023, as the transition from autumn to winter reduces rainfall and increases cases of dengue.

KEYWORDS: cases of dengue; meteorological data; potential breeding.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença infecciosa febril aguda causada por um vírus pertencente à família Flaviviridae, do gênero Flavivírus (FIOCRUZ, 2013), pelo o transmissor (vetor) o mosquito *Aedes aegypti* (POTIM, 2019). O Brasil tem enfrentado um grande problema com a proliferação de dengue por conta de seu clima tropical que dá oportunidades para a proliferação que ocorre através da deposição de ovos em água parada, que eclodem posteriormente formando larvas. Diante do atual problema que o país tem enfrentado, diversas tecnologias estão sendo desenvolvidas como alternativas no controle de criadouros do mosquito, com o propósito de contribuir com a sociedade. Nos dias de hoje, os drones têm demonstrado eficácia em diversas aplicações, especialmente em pesquisas ambientais e no controle ambiental. Nesse contexto, eles foram utilizados nesta pesquisa para monitorar o foco do mosquito *Aedes aegypti*. Além de ser uma ferramenta já empregada em estudos sobre a dengue, como observado em Santos, onde os drones se mostraram aliados no combate a essa doença com alta incidência anual, conforme relatado por Caraúba *et al.* (2016).

Nesta perspectiva, esta pesquisa propôs a inclusão dos drones como um recurso adicional no monitoramento da dengue na cidade de Medianeira, no Paraná. Pois além da observação de dados meteorológicos e o controle do aumento de casos, os drones visam contribuir para os agentes comunitários de saúde. Desta forma, o estudo obteve a aplicação do drone na captura de imagens de áreas de difícil acesso terrestre em dois bairros da cidade, buscando discutir como esse equipamento pode apoiar os agentes de saúde, economizando tempo nas atividades de campo e reduzindo os riscos associados às inspeções, aumentando a eficiência das ações de controle, estes drones oferecem a vantagem de capturar as imagens com alta qualidade, permitindo o acompanhamento da dinâmica da disseminação do *Aedes aegypti*, que de acordo com Araújo *et al.* (2023), a utilização de drones para criar mapas a partir de imagens se revela uma ferramenta oportuna, permitindo o controle e monitoramento ágil e simples dos possíveis locais de reprodução do *Aedes aegypti*.

MATERIAL E MÉTODOS

Medianeira é uma cidade do Oeste do Paraná, cujo município tem pouco mais de 328 km² e uma população estimada pelo IBGE (2022) em 54.369 habitantes. Sua área urbana tem aproximadamente 17 km², sendo dividida em doze bairros. Para o presente estudo o monitoramento ocorreu em dois bairros: o Bairro Parque Independência com aproximadamente 1,41 km² e o Bairro Itaipu com 1,39 km², totalizando 16,47% do total da área urbana. A cidade possui um clima tropical e subtropical, propício para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue, e diante disso possui diversas campanhas locais e nacionais para o controle do mosquito.

A metodologia aqui adotada, visa utilizar o drone e aplicar o plano de voo livre nestes dois bairros da cidade tendo em vista fotografar áreas potenciais para a proliferação do mosquito. O drone Mavic Air 2s foi utilizado para realizar o mapeamento e identificação de áreas de difícil acesso e propensas à proliferação. Destaca-se neste, a autonomia de voo de 24 minutos, estabilidade de sensores, e qualidade na imagem.

Para isso, a proposta incluiu etapas relacionadas a coleta de dados pluviométricos entre os meses de novembro de 2022 a junho de 2023, acesso ao site da prefeitura para tabular os casos de dengue na cidade, e uma pesquisa in loco para definir os locais de difícil acesso, ou seja, lugares de fácil acúmulo de água e de difícil vistoria dos agentes.

Neste cenário, coube ainda verificar as condições climáticas e a previsão do tempo para o dia do voo, evitando voar em condições adversas que possam comprometer a segurança do voo e a qualidade das imagens capturadas. Por fim, iniciar o voo de monitoramento ambiental, capturar as fotografias dos pontos de interesse, analisar os resultados obtidos, utilizar as informações coletadas para apontar os possíveis focos de dengue e analisar a relação dos dados climáticos com os números de casos. Tendo em vista, indicar com o estudo que os drones podem ser uma ferramenta para fornecer uma abordagem complementar e auxiliar as autoridades de saúde pública nas campanhas de dengue e no monitoramento da proliferação in loco, assim como já se vem utilizada outras técnicas no Brasil como, campanhas e visitas dos agentes de saúde aos domicílios nos quais são os métodos tradicionais para a vigilância e controle da epidemia da dengue, tecnologia educacional na prevenção da dengue, na qual têm sido aplicadas em algumas escolas e até mesmo ações da prefeitura como cronograma de aplicação de fumacê, na qual este método envolve o uso de um veículo que dispersa uma névoa contendo quantidades reduzidas de agrotóxico, com o propósito de eliminar a maioria dos mosquitos adultos presentes na área.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo o plano de voo livre formulado na metodologia, no dia 7 de junho de 2023, iniciou-se os voos com o drone no recorte espacial desta pesquisa no qual se limitou a dois setores dos bairros da cidade de Medianeira-PR, Parque Independência e Bairro Itaipu, tendo reconhecimento dessas áreas como potencial para a proliferação do mosquito. O primeiro voo foi realizado no 14º Batalhão de Polícia Militar localizado no Bairro Itaipu, no qual foi capturado fotografias de locais de difícil acesso e com risco a essa proliferação (Figura 1-A e B).



Figura 1 – (A) área com motos e entulhos, e (B): automóvel com água na caçamba

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os vôos com o drone obtiveram a captura de fotografias em diferentes alturas e diferentes resoluções espaciais, podendo assim ter mais detalhes e observar que dentro do batalhão essas capturas claramente mostram o difícil acesso ao local, mas a facilidade dos pilotos em obter essas capturas e observar que possui locais para o acúmulo de água favorecendo a proliferação e desenvolvimento do *A. aegypti*. Ao observar as imagens pode-se verificar que este local contém acúmulo de entulho e lixo, e que de acordo com a Prefeitura de Medianeira (2013) vale destacar que a Lei 295/2013 proíbe o armazenamento de lixo, entulho, dentre outros, que possam acumular água, e que possibilitem a proliferação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, de lazer, terrenos baldios, em próprios públicos e outros, situados em áreas urbanas e rurais no município.

Por fim, a segunda parte da pesquisa foi dividida em dois momentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no bairro Parque Independência. Inicialmente com uma captura de fotografia (Figura 2-A) de alguns dos blocos (prédios) da UTFPR datada em

novembro de 2022, em que se verificou o acúmulo de água nas calhas, ocasionado pelas folhas das árvores. E uma outra fotografia (Figura 2-B) tirada no dia 21 de junho de 2023, onde a instituição já havia realizado podas e limpezas das calhas para evitar o acúmulo de água e possíveis criadouros da larva do mosquito.



Figura 2 - (A) árvores entre os prédios, e (B) remoção das árvores

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A terceira parte da pesquisa consistiu no tabulamento dos dados meteorológicos e os casos de dengue na cidade. Para sintetizar essas informações foi criado um gráfico (Figura 3) com o levantamento dos dados de casos de dengue obtidos através do boletim emitido pela prefeitura de Medianeira e os dados de precipitação e de temperatura máxima absorvida foram retirados da estação meteorológica localizada dentro do campus. Pode-se verificar que nos meses de novembro até março os números de casos aumentaram, inferindo a contribuição das transições das estações do ano. Vale reforçar, que de acordo com os dados emitidos pelo Governo do Estado do Paraná (2022), o verão é a estação mais chuvosa do Paraná.

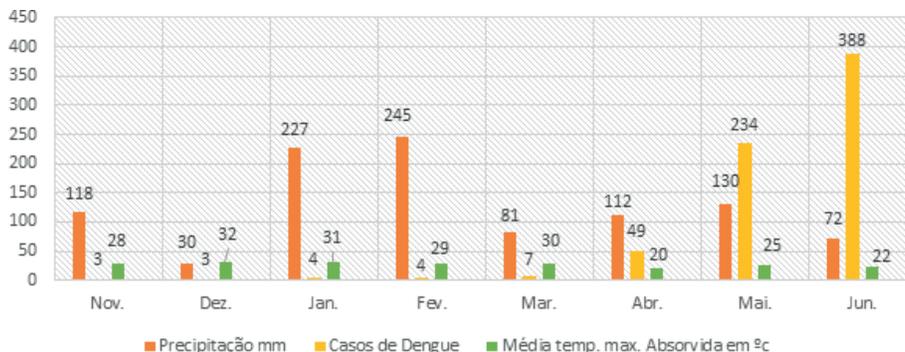


Figura 3 - Dados meteorológicos x casos de dengue

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Diante do gráfico apresentado, observa-se que durante o período de investigação de oito meses, resultou um total de 692 casos confirmados da doença. Observou-se que, apesar das condições de temperatura poderem estar relacionadas ao desenvolvimento da larva do vetor responsável pela transmissão da doença, a análise dos dados não demonstrou uma relação direta e evidente entre a temperatura e o aumento de casos. No mês de dezembro, por exemplo, quando se registrou a temperatura máxima mais elevada, atingindo 32°C, observou-se um número relativamente baixo de casos, totalizando apenas 3. Essa observação pode ser explicada pela influência das condições climáticas na fase larval do vetor, visto que em junho ocorreu um total de 73 mm atingidos de chuva e o maior índice de casos (388) registrados entre os meses de análise. Conforme indicado por Rosário (2016), especialista na área, a fase larval da espécie em questão tende a se desenvolver rapidamente em temperaturas mais elevadas, variando de 8 a 10 dias no verão. No inverno, o desenvolvimento do vetor pode se estender até 20 dias devido às baixas temperaturas da água. Mesmo em meses mais quentes, como dezembro, a baixa ocorrência de casos pode ser atribuída ao tempo necessário para o desenvolvimento da fase larval do vetor. A chuva desempenha um papel fundamental, sendo necessário pelo menos dez dias consecutivos de chuva para criar condições propícias para a reprodução do vetor. Outro fator importante a ser considerado é a situação urbanística dos bairros Parque Independência e Itaipu.

De acordo com o Plano Diretor de Medianeira (2021), ambos os bairros têm origens antigas, com essa informação pode sugerir uma correlação entre a idade das edificações e a infestação da doença, com o Parque Independência constituído em torno de 1976-1980 e o Itaipu apresentando loteamentos desde 1976-1995 possivelmente devido a suas estruturas que propiciem a reprodução do vetor, como recipientes acumuladores de água parada e falta de manutenção em calhas e telhados, com isso, favorecendo possíveis criadouros, podendo ter a indicação favorável do drone para o monitoramento desses locais evitando o contato direto dos agentes de saúde e preservando sua segurança. Além desta relação, obteve-se uma análise da prefeitura na qual indicou que esses bairros representam uma parte da infestação total ficando em 3º lugar dos mais atingidos pela epidemia.

Por derradeiro, trata-se de uma conscientização dos moradores e proprietários de fazerem vistorias e manutenções, evitando calhas quebradas, acúmulo nos recipientes, descartes corretos de entulhos e materiais, e seguir as campanhas contra a epidemia colaborando com os moradores locais e agentes de saúde. Dessa forma, pode-se concluir que Medianeira tem o clima propenso a proliferações durante o ano inteiro pelas suas chuvas abundantes e clima subtropical úmido no qual mostra-se uma correlação positiva, com isso permanecendo em alerta o ano todo e com precauções que evitem esta epidemia, já que a distribuição das chuvas ao longo dos dias e as temperaturas mais altas estão relacionadas ao rápido desenvolvimento da larva. Por fim, ressalta-se que essas áreas de difícil acesso podem ser analisadas como o drone, colocando em prática uma metodologia diferenciada que pode facilmente auxiliar na identificação desses possíveis focos, podendo deixar em segurança a vida dos agentes de saúde, como já vem sendo utilizado na cidade de Santos-SP, conforme apresentado por Caraúba *et al.* (2016).

CONCLUSÕES

As fotografias geradas durante a pesquisa foram interpretadas e não foi possível identificar focos de procriação do mosquito vetor, tendo apenas observado água parada em alguns locais, e a possibilidade de criar todas as condições para a proliferação. Em relação aos dados meteorológicos x casos de dengue, concluí-se que apesar de os índices de temperatura de máxima absorção, precipitação e casos de dengue, não se pode obter uma correlação subjetiva direta pois estes dados influenciam minimamente no aumento de casos de dengue ao longo dos meses monitorados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR e o Departamento Acadêmico Ambiental pelos conhecimentos passados de Docentes ao Aluno e a Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação - DIRPPG do Câmpus Medianeira pela oportunidade de realizar esta pesquisa, disponibilizando os equipamentos necessários.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José Guilherme Martins, *et al.* Utilização de veículo aéreo não tripulado (Vant) para o monitoramento ambiental de focos do mosquito *Aedes aegypti* no município de Palmas – TO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 606-624, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e32018606-623>. Acesso em: 15 jul. 2023.

CARAÚBA, Ana Beatriz Colombo; *et al.* Drones x Dengue. **UNILUS Ensino e Pesquisa**. Santos, v. 13, n. 30, p. 1-1. 2016. Disponível em: <http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/606>. Acesso em: 11 mar. 2023.

Dengue. **Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)**. Manguinhos, 2013. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/dengue-0>. Acesso em: 19 mar. 2023.

Dengue: sintomas, causas, tratamento e prevenção. **Prefeitura Municipal de Potim**. Potim, 2019. Disponível em: <https://www.potim.sp.gov.br/dengue-sintomas-causas-tratamento-e-prevencao/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico de Medianeira, Paraná**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/medianeira/panorama>. Acesso em: 6 abr. 2023.

ROSÁRIO, Mauro Lúcio. Apesar de viver apenas 45 dias, mosquito *Aedes Aegypti* pode colocar 450 ovos. **Secretaria de Estado de Saúde (SES)**. Campo Grande, 2016. Disponível em: <https://www.saude.ms.gov.br/apesar-de-viver-apenas-45-dias-mosquito-aedes-aegypti-po-de-colocar-450-ovos/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ALEGRIA (MEDIANEIRA, PR) POR MEIO DA ANÁLISE DA PAISAGEM E DE BIOINDICADORES

Data de submissão: 16/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Carlos Vitor Ribeiro Pereira

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8318398547858645>

Diana Elena Sosa Gimenez

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1882447693377690>

Cristhiane Rohde

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9394152590946639>

Márcia Antonia Bartolomeu Agustini

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2647557534582483>

RESUMO: Os ecossistemas aquáticos, fundamentais para a manutenção e sobrevivência da vida no planeta, são fortemente impactados devido às diferentes fontes de degradação antrópica. Diante disso, monitorar a qualidade de corpos

hídricos é essencial para o conhecimento da saúde ambiental de um ecossistema. Com isso, o objetivo do presente estudo foi realizar uma Avaliação Ecológica Rápida da paisagem e monitorar, por meio de macroinvertebrados bentônicos, a qualidade da água do Rio Alegria, localizado no município de Medianeira, no estado do Paraná. Foram selecionados cinco pontos, onde foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida (RAP), com intenção de classificar a situação da paisagem como: Ambiente natural, alterado ou impactado. Em relação ao biomonitoramento, foram realizadas quatro coletas (entre o período de julho de 2019 a fevereiro de 2020) nos cinco pontos do trajeto selecionado. Os macroinvertebrados foram coletados com uma rede coletora do tipo Surber e acondicionados em frascos contendo álcool 70%. Após a identificação até o nível de família, foram calculados os Índices Shannon e BMWP. De acordo com a análise da paisagem, os pontos 1, 3 e 4 foram classificados como Ambiente alterado, o ponto 2 como Ambiente impactado e o ponto 5 como Ambiente natural. Em relação ao biomonitoramento, todos os pontos apresentaram baixa riqueza de táxons e diversidade (Shannon) inferior a 0,5.

Os organismos tolerantes ou resistentes foram predominantes e de acordo com o Índice BMWP, todos os pontos foram classificados como crítico ou muito críticos. Os resultados deste trabalho indicam que o trecho estudado do Rio Alegria encontra-se alterado, com comprometimento na qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Macroinvertebrados; Ecossistemas aquáticos; Saúde ambiental

MONITORING THE WATER QUALITY OF THE ALEGRIA RIVER (MEDIANEIRA, PR) THROUGH LANDSCAPE ANALYSIS AND BIOINDICATORS

ABSTRACT: Aquatic ecosystems, fundamental for the maintenance and survival of life on the planet, are heavily impacted due to different sources of anthropogenic degradation. Therefore, monitoring the quality of water bodies is essential for understanding the environmental health of an ecosystem. Therefore, the objective of the present study was to carry out a Rapid Ecological Assessment of the landscape and monitor, using benthic macroinvertebrates, the water quality of the Rio Alegria, located in the municipality of Medianeira, in the state of Paraná. Five points were selected, where the Rapid Assessment Protocol (RAP) was applied, with the intention of classifying the landscape situation as: natural, altered or impacted environment. In relation to biomonitoring, four collections were carried out (between the period from July 2019 to February 2020) at the five points of the selected route. The macroinvertebrates were collected with a Surber-type collection net and placed in bottles containing 70% alcohol. After identification down to the family level, the Shannon and BMWP Indices were calculated. According to the landscape analysis, points 1, 3 and 4 were classified as Altered Environment, point 2 as Impacted Environment and point 5 as Natural Environment. Regarding biomonitoring, all points showed low taxon richness and diversity (Shannon) below 0.5. Tolerant or resistant organisms were predominant and according to the BMWP Index, all points were classified as critical or very critical. The results of this work indicate that the studied stretch of the Rio Alegria is altered, compromising water quality and the health of the aquatic ecosystem as a whole.

KEYWORDS: Macroinvertebrates; Aquatic ecosystems; Environmental health

INTRODUÇÃO

O grande aumento das atividades humanas no último século ocasionou uma série de degradações ambientais pelo planeta, impactando diferentes ecossistemas. O ecossistema aquático, primordial para a sobrevivência da vida humana na Terra é um dos mais afetados pelos impactos causados por atividades industriais, urbanas e agrícolas (DE QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008). Diante desse cenário, o monitoramento da qualidade da água deve ser uma prática constante para garantir a saúde do meio ambiente, e consequentemente a saúde do homem.

Os parâmetros de qualidade ecológica de rios são essenciais para permitir um diagnóstico em relação a conservação de ecossistemas aquáticos e para auxiliar no monitoramento das atividades antrópicas que impactam os corpos hídricos (FERNANDES et al., 2022).

A partir disso, a análise da paisagem por meio da avaliação ecológica rápida da paisagem surge como um método para avaliar não somente o ecossistema aquático, mas também, vários aspectos relacionados com a paisagem em torno de um corpo hídrico. Fernandes et al. (2022) afirmam que avaliar a diversidade de habitats ao longo de um rio pode gerar dados e informações relevantes quanto à integridade física do meio aquático, e com isso, reconhecer as atividades antrópicas ao longo do percurso, auxiliando como ferramenta de monitoramento ambiental.

Nesse sentido, destaca-se o biomonitoramento, ou seja, o uso de organismos vivos para indicar o estado de conservação e/ou degradação dos recursos hídricos. Esse método fornece dados não somente em relação à qualidade da água, mas também sobre a saúde do ecossistema, complementando as análises físicas e químicas (EMBRAPA, 2008).

Dentre os organismos bioindicadores da qualidade da água, destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, eles podem ser categorizados como organismos sensíveis e resistentes as mudanças ambientais, e com isso, é possível identificar através da presença de determinadas espécies o grau de impacto antrópico causado em um rio (CAMARGO et al., 2022).

Schmera et al., (2015), afirmam que a comunidade dos macroinvertebrados bentônicos são extremamente importantes para a manutenção dos sistemas aquáticos, pelo fato de atuarem diretamente na fragmentação e decomposição do material orgânico, bem como no biorrevolvimento do sedimento, contribuindo para a ciclagem de nutrientes.

O Rio Alegria localizado no município de Medianeira, no oeste do estado do Paraná, possui um papel fundamental para a população que depende dele, pois além de ter a finalidade de captação de água para o abastecimento do município, é usado como corpo receptor de efluentes industriais e da drenagem urbana. Esse último uso do rio, pode estar alterando a qualidade da água e a comunidade biótica, afetando a saúde do ecossistema.

Com isso, o objetivo do presente estudo, foi realizar uma Avaliação Ecológica Rápida da paisagem e monitorar a qualidade da água por meio de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no município de Medianeira, situado no oeste do estado do Paraná, Brasil (latitude 25° 17' 40" S e longitude 54° 05' 30" W-GR), no Rio Alegria, o qual é pertencente à microbacia de mesmo nome. O rio tem suas nascentes localizadas na área rural do município, e o percurso de seu leito passa por áreas rural, urbana e industrial, incluindo regiões da periferia do município, totalizando 28 km de extensão desde sua nascente até a sua jusante. Esse rio é o atual corpo receptor de efluentes industriais e da drenagem urbana, além de servir como fonte de abastecimento para o município.

Conforme dispõe os critérios para a classificação de corpos hídricos, na Resolução CONAMA nº 357/05, o Rio Alegria atualmente é classificado como rio de classe 3, contudo, quando o presente trabalho foi realizado, ele se enquadrava como classe 2, podendo ser destinado ao abastecimento humano após tratamento convencional, recreação de contato primário, atividades de irrigação, aquicultura e pesca.

Para o estudo foram selecionados cinco pontos ao longo do rio, levando-se em consideração critérios como: distância, acessibilidade e ação antrópica (Tabela 1).

Pontos	Local	Características
1	Área rural	Próximo ao local de captação de água do município
2	Área urbana	Centro da cidade
3	Área urbana	Antes da estação de tratamento de esgoto do município
4	Área urbana/industrial	Após o lançamento de efluentes de indústria alimentícia
5	Área urbana/industrial	Após 1,5 km do ponto 4

Tabela 1 – Local e característica dos pontos selecionados para o estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em cada ponto foi feita a análise da paisagem, por meio da Avaliação Ecológica Rápida e a análise da qualidade da água, por meio do monitoramento dos bioindicadores macroinvertebrados bentônicos.

Avaliação Ecológica Rápida

Para a Avaliação Ecológica Rápida (AER) foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida (RAP) proposto por Callisto et al. (2002). Em cada ponto foram avaliados 22 parâmetros (CALLISTO et al., 2002), sendo que os dez primeiros tinham como objetivo avaliar o nível do impacto ambiental gerado por ações antrópicas. Cada parâmetro foi avaliado com uma nota que variou entre zero e quatro. Os outros doze parâmetros avaliaram o nível de conservação das condições naturais, com uma nota que variou entre zero e cinco. A pontuação final variou entre zero e 100 (Tabela 2).

Pontuação final	Classificação do ambiente
Entre 0 e 40 pontos	Ambiente impactado
Entre 41 e 60 pontos	Ambiente alterado
Acima de 61 pontos	Ambiente natural

Tabela 2 – Pontuação final do RAP e classificação do ambiente.

Fonte: Callisto et al., (2002)

Biomonitoramento da qualidade da água

Para a análise da qualidade da água, foi feito o monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos, no período entre julho de 2019 e fevereiro de 2020, totalizando quatro coletas nos cinco pontos do Rio Alegria.

Em cada ponto de coleta foram feitas seis amostragens (três amostragens em ambiente com água corrente e três amostragens em ambiente com água parada), utilizando o amostrador tipo Surber (30 cm x 30 cm), com malha de 0,25 mm, metodologia adaptada de Boeira; Queiroz; Silveira (2004). Em cada amostragem, o amostrador permaneceu no local por dois minutos.

Em seguida, os macroinvertebrados coletados foram acondicionados em frascos plásticos, contendo álcool 70%, triados e identificados até o nível trófico de família, utilizando um microscópio estereoscópico, com capacidade de aumento de 0,65 a 5 vezes. Foi utilizada como referência de identificação, o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos de Baptista; Mugnai; Nessimian (2010).

A análise dos dados de macroinvertebrados foi realizada por meio dos cálculos do Índice de Diversidade de Shannon (1)

$$H' = - \sum_{n=1}^n \frac{n}{N} \ln \frac{n}{N} \quad (1)$$

Onde **H'** representa a diversidade, **n** a abundância de cada espécie, e **N**, o número total de todos os indivíduos. A notação **ln** representa o logaritmo neperiano do número.

Além disso, foi calculado o Índice Biológico de acordo com o Índice BMWP' (Biological Monitoring Work Party Score System), adaptado para o estado do Paraná (LOYOLA, 2000).

O índice BMWP' possui uma pontuação que varia de 1 a 10 de acordo com o grau de sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos, conferindo valores maiores para os organismos com maior sensibilidade à poluição, e valores menores para os organismos de maior tolerância (LOYOLA, 2000) (Tabela 3).

Classe	Qualidade	Valor	Significado
I	Ótima	>150	Águas pristinas (muito limpas)
II	Boa	101 a 120	Águas não poluídas (sistema não alterado)
III	Aceitável	61 a 100	Evidentes efeitos moderados de poluição
IV	Duvidosa	36 a 60	Águas poluídas (sistemas alterados)
V	Crítica	16 a 35	Águas muito poluídas (sistemas muito alterados)
VI	Muito Crítica	< 15	Água fortemente poluída (sistemas fortemente alterados)

Tabela 3 – Classe de qualidade da água e significado dos valores BMWP' adaptado (Biological Monitoring Work Party Score System).

Fonte: Loyola (2000)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Ecológica Rápida

De maneira geral, o trecho avaliado do Rio Alegria está exposto à diferentes impactos, sendo eles: a ausência parcial ou total da mata ciliar, instabilidade das margens, descarte incorreto de resíduos sólidos, despejo inadequado de efluentes domésticos, entre outros.

Dos cinco pontos em que foi realizado o protocolo de Avaliação Ecológica Rápida (AER), somente o ponto 5 foi classificado como Ambiente natural. Os pontos 1, 3 e 4 foram classificados como Ambiente alterados, e o ponto 2 foi classificado como Ambiente impactado (Tabela 4).

Pontos	Pontuação	Classificação
1	50	Ambiente alterado
2	39	Ambiente impactado
3	48	Ambiente alterado
4	51	Ambiente alterado
5	66	Ambiente natural

Tabela 4 – Resultados do RAP aplicado nos cinco pontos do Rio Alegria, Medianeira, PR.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O ponto 1, localizado na área rural e próximo à estação de captação de água, possui um fluxo de água lento e uma faixa estreita de mata ciliar, margeada por áreas agrícolas nos dois lados do rio. Há uma grande quantidade de lama e a ausência de substratos de fundo como cascalhos, pedras e galhos. Essas características indicam um sedimento modificado, que pode afetar a qualidade do ambiente aquático (DA SILVA, 2020).

Em relação ao ponto 2, classificado como Ambiente impactado, está localizado no centro da cidade e sofre principalmente com o descarte inadequado de resíduos sólidos. Além disso, as margens nesse ponto do rio possuem grandes modificações, como a ausência de mata ciliar, fato este que favorece a ocorrência de erosão do solo e assoreamento do rio. Esse ponto também possui características como a ausência de plantas aquáticas que são fundamentais para manter um ecossistema aquático equilibrado.

O ponto 3, por estar localizado antes da estação de tratamento de esgoto do município, possui um odor desagradável, além de ocupações comerciais e residenciais próximas a margem, o que contribui para o descarte incorreto de resíduos sólidos no local. Há também modificação dos substratos de fundos e ausências de mata ciliar e plantas aquáticas.

O ponto 4 está localizado após a última lagoa de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia. Em função disso, nesse ponto, o rio apresenta uma moderada oleosidade no fundo, além de um mau odor. Possui uma ampla faixa de mata ciliar de ambos os lados da margem do rio e uma pequena modificação em relação aos substratos de fundo composto principalmente por cascalhos. Contudo, sofre com a escassez de vegetação aquática.

Dentre os cinco pontos, o ponto 5 é o que possui a paisagem com o melhor estado de conservação. Possui uma ampla faixa de mata ciliar em ambos os lados da margem do rio; uma pequena alteração nos substratos de fundo, composta por cascalhos e há presença de vegetação aquática. Entretanto, é possível encontrar uma quantidade significativa de resíduos sólidos nas margens.

Corroborando com os resultados obtidos, em que os pontos na área urbana foram os mais afetados. Cordeiro et al. (2016), usando a mesma metodologia do presente trabalho, afirmaram que os pontos mais impactados foram os localizados na zona urbana e próximo a uma estação de tratamento de esgoto, em que há uma grande concentração de recebimento de efluentes domésticos e de degradação da vegetação ripária e do solo.

De acordo com Lima et al., (2017) os pontos localizados na área urbana são os que mais sofreram alterações em suas paisagens. Além disso, eles discorrem sobre como a falta de mata ciliar em torno de um rio interfere drasticamente na manutenção da qualidade dos ambientes aquáticos.

Biomonitoramento da qualidade da água

Nas quatro coletas realizadas ao longo dos cinco pontos do Rio Alegria, foi coletado um total de 1.441 indivíduos, distribuídos em 12 táxons pertencentes aos filos Arthropoda (97,2%), Platyhelminthes (2,0%), Annelida (0,7%) e Mollusca (0,07%) (Tabelas 5 e 6).

Coletas

Características	1	2	3	4	Total
Indivíduos	474	326	409	232	1141
Táxons	08	05	07	05	12

Tabela 5 – Total de indivíduos e táxons coletados nos cinco pontos do Rio Alegria, Medianeira, PR.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Filo (Classe)	Ordem	Família	Pontos				
			P1	P2	P3	P4	P5
Arthropoda (Insecta)	Diptera	Chironomidae	15	5	12	363	890
Arthropoda (Insecta)	Diptera	Culicidae	0	0	0	86	12
Arthropoda (Insecta)	Coleoptera	*nd	0	1	0	0	0
Arthropoda (Insecta)	Lepidoptera	*nd	1	0	0	2	0
Arthropoda (Insecta)	Megaloptera	*nd	0	0	0	0	1
Arthropoda (Insecta)	Neuroptera	*nd	0	0	0	0	1
Arthropoda (Insecta)	Odonata	Gomphidae	1	1	0	0	4
Arthropoda (Insecta)	Odonata	Libellulidae	1	2	0	0	0
Arthropoda (Insecta)	Trichoptera	Hydrobiosidae	0	1	0	0	0
Mollusca (Gastropoda)	-	Lymnaeidae	0	1	0	0	0
Platyelminthes (Rhabditophora)	Tricladida	*nd	1	0	2	1	27
Annelida (Clitellata)	*nd	*nd	0	0	0	0	10
Total			20	10	14	452	945

*nd – material não identificado

Tabela 6 – Classificação e número de indivíduos coletados nos cinco pontos, no período entre julho de 2019 e fevereiro de 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A maior parte dos indivíduos coletados nos cinco pontos do Rio Alegria são classificados como resistentes (Insecta – Diptera; Annelida – Clitellata) ou tolerantes (Odonata, Coleoptera e Mollusca) às alterações que ocorrem na qualidade dos ambientes aquáticos (CALLISTO; GOULART, 2003).

O filo Platyhelminthes também indica ambientes relativamente poluídos, pois estes possuem capacidade para metabolizar substâncias complexas, o que é prioritário para avaliação de amostras ambientais (LAU, 2002). Apenas a ordem Trichoptera, o qual teve apenas um indivíduo coletado, é considerado sensível às alterações ambientais (CALLISTO; GOULART, 2003). A predominância dos grupos resistentes em todas as coletas e em todos os pontos, indica modificações que comprometem a qualidade da água do Rio Alegria.

Na ordem Diptera, que predominou na maioria dos pontos e das coletas, foram identificadas as famílias Chironomidae e Culicidae, sendo a primeira a mais frequente, representando 92% dos insetos dessa ordem, com ocorrência em todos os pontos. A maior ocorrência de representantes da família Chironomidae (organismos resistentes) em todas as coletas e em todos os pontos indica a ocorrência de ambientes perturbados, pois são organismos que se alimentam de matéria orgânica e com capacidade de sobrevivência em ambiente com ausência de oxigênio (CALLISTO; GOULART, 2003).

Nos pontos 1, 2 e 3, a predominância de organismos resistentes e tolerantes às alterações ambientais pode ser explicada pela intensa atividade antrópica nesse trecho, devido às diferentes ocupações adjacentes nas margens do corpo hídrico, desde áreas agrícolas até ocupações inadequadas de moradias, com possíveis lançamentos de esgotos clandestinos e resíduos sólidos. Somado a isso, tem-se a falta parcial ou total de mata ciliar nesse trecho do rio, com a presença de lama e a redução ou ausência de substratos de fundo, como cascalhos, pedras e galhos, características que indicam um sedimento modificado, que segundo Da Silva (2020) pode afetar a qualidade do ambiente aquático.

Já os pontos 4 e 5, apesar de terem mata ciliar presente, e no caso específico do ponto 5, apesar de ter sido classificado como ambiente natural pela avaliação da paisagem, foram os que apresentaram maior ocorrência de indivíduos resistentes e tolerantes às alterações ambientais. Este resultado indica que além da mata ciliar, existem outros fatores essenciais necessários para garantir a saúde do ambiente aquático.

Esses dois pontos estão localizados após a estação de tratamento de esgoto do município, e após um ponto de lançamento de efluentes industriais, o que provavelmente contribuiu para um maior teor de matéria orgânica, além de uma moderada oleosidade no fundo presentes nessa área. Além disso, o ponto 5 está localizado em uma região com despejo irregular de efluentes domésticos.

Um estudo realizado por Torres et al. (2019) na província de Santa Cruz na Argentina, utilizando a mesma metodologia do presente trabalho, obteve resultados similares, com a predominância de organismos tolerantes e resistentes em locais que recebem efluentes industriais e urbanos.

De acordo com Silva (2016) o despejo de efluentes da estação de tratamento de esgoto altera a qualidade da água do Rio Alegria, aumentando os teores de matéria orgânica, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e as formas de fósforo acima do permitido na Resolução CONAMA nº 357/05, favorecendo assim o desenvolvimento dos organismos tolerantes e resistentes.

Em função da predominância dos organismos tolerantes e resistentes, os valores obtidos pelo Índice Biológico BMWP' comprovam que a qualidade do Rio Alegria é inadequada, sendo que os pontos 1 e 2 foram classificados como "críticos" (águas muito poluídas e sistemas muito alterados) e os demais pontos como "muito críticos" (Tabela 7).

Outro dado que também sugere alterações na qualidade do ambiente aquático do Rio Alegria, é o pequeno número de táxons encontrados (12 táxons nos cinco pontos).

Os dados de diversidade de Shannon também apontam para um estado de degradação do rio, pois todos os pontos apresentaram valores muito baixos, inferiores a 0,5. O ponto 5, apesar de ter apresentado o maior número de táxons, teve o menor índice de Shannon (0,13), em função da grande dominância da família Chironomidae (Tabela 7).

Diferente do observado no presente trabalho, estudo realizado com macroinvertebrados, em ambientes aquáticos dentro de áreas protegidas, obtiveram valores para o Índice de Shannon próximo ou superior a dois, indicando bom estado de conservação (DAMMAN, 2016).

Características	Pontos				
	1	2	3	4	5
Indivíduos	19	11	14	452	945
Táxons	05	06	02	04	07
Shannon	0,35	0,45	0,19	0,23	0,13
BMPW	18	28	02	04	12
Classificação*	Crítica	Crítica	Muito crítica	Muito crítica	Muito crítica

*Classificação de acordo com o Índice BMWP: < 15 muito crítica; 16-35 crítica; 36 – 60 duvidosa; 61 – 100 aceitável; 101 – 149 boa; >150 ótima.

Tabela 7 – Resultado do Índice de Shannon e da Classificação BMWP' dos indivíduos coletados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os resultados obtidos com o biomonitoramento corroboram com os resultados da análise da paisagem, em que todos os pontos foram considerados alterados ou impactados, exceto o ponto 5, que foi classificado como ambiente natural.

A integridade biológica de um ambiente aquático é uma medida do nível de conservação das suas condições naturais com o mínimo de influência humana, considerando três importantes componentes: a paisagem (incluindo a preservação da vegetação), a qualidade física e química da água e as suas condições biológicas (CORDEIRO et al., 2016).

CONCLUSÃO

Ambas as análises realizadas indicam que o trecho estudado do Rio Alegria encontra-se alterado, com comprometimento na qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático como um todo.

Ao longo de todo o trecho estudado estavam presentes problemas como descarte incorreto de resíduos sólidos, despejo irregular de efluentes, erosão, ausência parcial e total de mata ciliar. Como consequência foi observada baixa diversidade biológica e dominância de organismos resistentes.

A partir dos resultados, constata-se a necessidade de um plano de recuperação e manutenção da qualidade do Rio Alegria, em função da importância ecológica, social e econômica dele. Observa-se também, a necessidade de estudos mais aprofundados para verificar o impacto das atividades poluidoras sobre toda a comunidade aquática, bem como identificar e quantificar os impactos e as substâncias que estão prejudicando a qualidade da água do Rio Alegria.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, D.; MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos**. Technical Books Editora, 2010.

BOEIRA, R. C.; DE QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. **Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Embrapa Meio Ambiente-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2004.

CALLISTO, M. et al. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia, Campinas v. 14, n. 1, p. 8, fev. 2002.

CALLISTO, M.; GOULART, M. D. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

CAMARGO, P. R. D. S. et al. **Diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Volta Grande, Bacia do Baixo Rio Grande**. Revista Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 2022.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357-17 mar. 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2005.

CORDEIRO, G. G. et al. **Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 11, n. 3, p. 702-710, 2016.

- DAMMANN, D. **Macroinvertebrados bentônicos e infiltração da água no solo em uma microbacia de primeira ordem do Parque Nacional do Iguaçu**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.
- DA SILVA, J. M. et al. **Protocolo de análise rápida: alternativa para avaliar qualidade ambiental em riachos de cabeceira em Mata Atlântica, Sul do Brasil**. Revista Perspectiva, Erechim v. 44, n. 165, p. 47-60, jun. 2020.
- DE QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Ecossistemas aquáticos e seu manejo. In: DE QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos Bentônicos: biomonitoramento de qualidade da água**. Jaguariúna: Embrapa Meio-ambiente, 2008.
- EMBRAPA. **Avaliação de impactos ambientais para gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape/PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, v. 200, 2008.
- FERNANDES, A. et al. **Avaliação ecológica rápida de qualidade de água do Rio Caraça como um ecossistema em condições de referência**. Revista Espinhaço, 2022.
- LAU, S. S. S. **Biomonitoramento da disponibilidade de vestígios de metais no estuário do Tâmisia usando um conjunto de biomonitores litorâneos**. Jornal da Associação Biológica Marinha do Reino Unido, v. 82, n. 5, pág. 793-799, 2002.
- LIMA, P. A. C. et al. **Avaliação ambiental do Ribeirão do Inferno em Grão Mogol – MG, através de um protocolo de avaliação rápida de rios**. Blucher Engineering Proceedings, v. 4, n. 2, p. 999-1006, 2017.
- LOYOLA, R. G. N. **Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação**. UFES, Vitória–ES, v. 10, p. 46-52, 2000.
- SCHMERA, D. et al. **A proposed unified terminology of species traits in stream ecology**. Freshwater Science, v. 34, n. 3, p. 823-830, 2015.
- SILVA, L. D. C. **Avaliação da qualidade da água do rio Alegria (Medianeira/PR) através da determinação do IET e simulação do processo de autodepuração**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- TORRES, S. et al. **Análisis de la calidad ambiental en un sector del Río Chico (Santa Cruz, Argentina) basado en bioindicadores bentónicos**. Informes Científicos Técnicos - UNPA, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 36-49, 2019.

O DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO: AÇÕES SUSTENTÁVEIS

Data de aceite: 01/04/2024

Telma Regina dos Reis de Assis

Pós-doutoranda em Ciências da Educação
pela Faculdade Interamericana de
Ciências Sociais (FICS)

Maria Clementina de Oliveira

Doutora em Ciências da Educação pela
Faculdade Interamericana de Ciências
Sociais (FICS)

O presente estudo objetiva analisar os impactos ambientais provocados pelo lixo eletrônico com foco na reciclagem dos dispositivos eletroeletrônicos para minimizar os problemas provocados no meio ambiente. A metodologia aplicada foi a bibliográfica tendo como aporte teórico abordagens de Castro *et. al* em seu artigo 'O Descarte do Lixo Eletrônico e Seus Impactos Ambientais'. Lixo eletrônico são todos os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, ou aparelhos elétricos e eletrônicos já quebrados, destruídos ou sem finalidade por alguma razão, bem como pilhas descarregadas.

Os lixos eletrônicos são decorrentes de aparelhagem eletrônica, geralmente formada por cabos, computadores, placas, disjuntores circuitos impressos, tela de CRT e LCD, baterias, dispositivos luminosos, pilhas, sensores, conectores, resistências, condensadores, etc.

Mesmo sendo considerado como lixo comum e até percebido desse modo, o nível de consequências do lixo eletrônico no meio ambiente é intenso e não deve ser descartado de maneira incerta pelo fato de conterem teor químico com elevado poder de periculosidade e de contaminação. Esses elementos tóxicos podem causar contaminação na água, no solo e até no ar, causando muitos transtornos ao meio ambiente e à saúde das pessoas.

De acordo com Castro *et. al.* (2021), as substâncias químicas mais complicadas, diante do olhar ambiental e da saúde coletiva inseridas nos rejeitos de equipamentos elétricos e eletrônicos, são por exemplo, os gases de efeito estufa, os metais pesados, substâncias halogenadas, cloreto de polinivila, bifenilas policloradas, retardantes de chama e arsênio.

Esses tipos de substâncias químicas quando despejados indevidamente sobre o planeta terra, causam consequências que podem desarmonizá-lo, além de tornar o ambiente inapropriado a vida humana. Quando os sujeitos mantêm contato com solo, água ou ar contaminado, podem se contaminar e em consequência desenvolverem doenças, anomalias e até irem a óbito.

É evidente a transformação ao que tange o uso de produtos inseridos no comércio eletrônico ao decorrer dos anos, a rede eletrônica de consumo se depara com aplicabilidades no entretenimento, no escritório, na produtividade e na comunicação. Algumas formas de uso desses produtos são: computadores, aparelhos de celulares, televisores, controles, etc.

Por conta do aumento tecnológico, além da maior motivação da garantia de utilidade de eletrônicos e a aplicabilidade deles, o despejo indevido e irresponsável do lixo elétrico e eletrônico cresceu e cresce exponencialmente.

Para Castro *et. al.* (2021) um dos aspectos que favoreceu o crescimento do despejo incorreto do lixo eletrônico ao decorrer dos tempos é a grande influência do comércio e de empresas que geram uma alternância de troca de produtos mais velozes. Entretanto, elas não oferecem alternativas de solução no que diz respeito ao despejo dos seus próprios recursos, não se responsabilizando em propor estratégias e ações que viabilizem o descarte adequado, incentivando o consumidor a ter atitudes sustentáveis.

Estima-se que cerca de 65% a 80% dos elementos que compõem os celulares, por exemplo, podem ser destinados à reciclagem, porém, somente 2% dessas ferramentas desenvolvidas no Brasil são destinados a reciclagem, como afirma os dados de pesquisas realizadas pela empresa Nokia e 10% são descartados em meio ao lixo comum (Castro *et. al.*, 2021).

Vale destacar que a grande maioria das pessoas em sociedade se preocupa com os prejuízos que os resíduos eletrônicos podem acarretar ao meio ambiente, porém, não demonstram preocupação nem indignação com uma aplicação devida ou instruções adequadas acerca da temática.

No que se refere a preservação do meio ambiente, o lixo eletrônico uma vez não descartado de modo correto, pode impactar de maneira negativa a saúde pública por conta dos metais pesados que causam danos ao meio ambiente através da contaminação do solo, dos lençóis freáticos e dos organismos da flora e da fauna.

Castro *et. al.*, 2021, destacam que um dos meios para acalmar tal situação é a solução proveniente da reciclagem, logística reversa, e coleta seletiva conveniente dos materiais e resíduos que necessitam ser acatados na prática e intensificados para promover a sua existência. Posteriormente esses resíduos são transportados para empresas e determinadas cooperativas para exercerem o trabalho da reciclagem.

O sistema de reciclagem dos lixos eletrônicos acontece em pontos de coleta especial, como o caso do lixo eletrônico, os quais estão espalhados em vários municípios do Brasil, podendo ser facilmente encontrados em shoppings, centros comerciais e em diversos mercados.

As Cooperativas também são alternativas de descarte de lixo eletrônico, pois, uma vez que as pessoas entregam seus aparelhos eletrônicos antigos e inutilizados para esses locais de descarte adequado, eles estão separando e aprendendo a fazer o descarte corretamente, evitando casos de contaminação no meio ambiente.

Após abordagens apresentadas pode-se afirmar que a conscientização acerca do descarte correto do lixo eletrônico é muito importante, pois, aparelhos eletrônicos e elétricos possuem vários tipos de componentes que são altamente tóxicos em suas estruturas, e que se descartados de forma irresponsável, tais resíduos irão contaminar o solo bem como os lençóis freáticos, pondo em risco a saúde de todos.

Alternativas corretas e viáveis para o descarte do lixo eletrônico é a reciclagem, pois, com esse tipo de atividade, é sabido que menos recursos da natureza serão explorados e menos resíduos serão produzidos. Além disso, o que se tinha como sucata eletrônica velha, acaba se transformando numa fonte de renda e geradora de trabalho para pessoas, com a construção de tratamentos e comercialização de outros materiais originados.

REFERÊNCIAS

CASTRO, I. *et. al.* **O Descarte do lixo eletrônico e seus impactos ambientais.** Faculdade Oswaldo Cruz, 2021. Disponível em; https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao27_Inae_Castro.pdf. Acessado em 12 jul. 2023

O PAPEL DAS CASAS INTELIGENTES NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS NO CONTEXTO DA ECONOMIA VERDE

Data de aceite: 01/04/2024

Élisson Diones Cazumbá Cerqueira Pinto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

André Luis Rocha de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Marcelo Santana Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Evelin Reis da Hora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Fábio Theodorovitz

Braskem

entre as casas inteligentes e as cidades sustentáveis. Os resultados evidenciaram a importância e relevância das casas inteligentes na contribuição direta com o desenvolvimento sustentável das cidades, bem como o movimento crescente que vem tornando as casas inteligentes cada vez mais comuns. Por fim, conclui-se que as casas inteligentes são fundamentais para a construção das cidades sustentáveis inteligentes, além de impactar na promoção de uma economia verde, e influenciar positivamente no alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

PALAVRAS-CHAVE: casas inteligentes; cidades inteligentes; cidades sustentáveis; IoT; economia verde; sustentabilidade.

RESUMO: O presente capítulo teve como objetivo analisar o papel das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis. Para alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma revisão bibliográfica, com pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, que conceituou termos como “economia verde”, “casas inteligentes”, “Internet das coisas” e “cidades sustentáveis”, além de explorar a sinergia

ABSTRACT: This research aimed to analyze the role of smart homes in building sustainable cities. through a qualitative literature review. To achieve the proposed objective, a bibliographical review was carried out, with qualitative, exploratory and descriptive research, which conceptualized terms such as “green economy”, “smart homes”, “Internet of things” and “sustainable cities”, in addition to exploring the synergy between smart homes and cities

sustainable. The results showed the importance and relevance of smart homes in the direct contribution to the sustainable development of cities, as well as the growing movement that is making smart homes more and more common. Finally, it is concluded that smart homes are fundamental for the construction of smart sustainable cities, in addition to having an impact on the promotion of a green economy, and positively influencing the achievement of the UN Sustainable Development Goals (SDGs).

KEYWORDS: smart homes; smart cities; sustainable cities; IoT; green economy; sustainability.

INTRODUÇÃO

A preocupação em torno da problemática climática e ambiental tem envolvido líderes governamentais, empresariais e sociedade civil em torno da busca de soluções sustentáveis por meio da inovação e da tecnologia. O fenômeno das mudanças climáticas tem mostrado avanços significativos, com intensificação de seca extrema em algumas regiões, enquanto em outras há o aumento no volume de chuvas, aumentando o nível de regiões alagadas, enchentes, desabamentos (IPCC, 2022), dentre outros, com efeito, principalmente, nas cidades nas quais há um acúmulo desordenado de residências, sem o devido planejamento, bem como, construções antigas que não levaram em consideração os problemas ambientais.

Nesse sentido, observa-se, em nível global, uma preocupação para busca de soluções que coloque em ação iniciativas voltadas para implementar mudanças nos modelos de negócios, como também, que reduza o volume de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), e minimize os impactos ambientais. Nesse diapasão está a preocupação com o avanço dos riscos climáticos, devido ao aumento do aquecimento global em 1,5° Celsius, que dentre outros efeitos estão aqueles sobre as cidades, sobretudo, àquelas que carecem de um planejamento sustentável e preparado para enfrentamento do fenômeno, as quais encontram-se expostas a riscos que podem afetar as edificações, fornecimento de energia, sistema de transporte e a circulação de pessoas (IPCC, 2022).

Com a crescente urbanização e o avanço dos problemas climáticos e ambientais, faz-se necessário ações urgentes a fim de adaptar as cidades, bem como, desenvolver soluções tecnológicas capazes de conter o avanço do problema. Essas ações consistem em implementar práticas de sustentabilidade que reduzam a exposição aos riscos climáticos, bem como, mitiguem e/ou reduzam o efeito do clima sobre essas cidades, a exemplo da intensificação de chuvas que têm provocado desastres, a exemplo daqueles que vem sendo assistido em cidades brasileiras, tais como São Paulo, Salvador e Rio de Janeiro; crises hídricas, provocado por períodos de secas em determinadas regiões do país, impactando nos reservatórios, dentre outros fenômenos que afetam as cidades e as pessoas (ASSAD; MARTINS, 2022).

Esse contexto supracitado compõe os desafios em torno da transição para uma economia verde, na qual as cidades sustentáveis compõem uma das estratégias para

viabilizar o alcance das metas necessárias para reduzir os efeitos das mudanças climáticas sobre as pessoas. Com a crescente preocupação e o esforço no alcance de uma economia verde, a busca por soluções que ajudem a construir um futuro mais sustentável e eficiente tornou-se uma prioridade para empresas, governos e sociedade civil (FGV, 2022). Essas iniciativas têm por finalidade, dentre outros objetivos, a construção de cidades inteligentes e sustentáveis, capazes de dispor de infraestrutura eficiente e adaptáveis ao novo contexto. Para a FGV - Fundação Getúlio Vargas (2022) esse contexto requer investimentos “(...) na implementação da Infraestrutura de Conectividade Multisserviços para o fornecimento de serviços públicos inovadores no âmbito do paradigma de Cidade Inteligente Sustentável” (p. 119).

Diante do acima exposto, destaca-se o papel das construções inteligentes, sejam elas casas, edifícios, empreendimentos comerciais ou qualquer seja o tipo, como uma das estratégias de sustentabilidade que podem contribuir na construção de uma economia verde nas metrópoles e o desenvolvimento sustentável.

No tocante as casas inteligentes, foco da presente pesquisa, consistem em ambientes que possuem dispositivos e objetos conectados à internet, além de sistemas avançados de automação residencial com o objetivo de facilitar a rotina dos moradores, controlar e monitorar o que ocorre na habitação tanto presencialmente, quanto remotamente (OLIVEIRA et al., 2021).

De acordo com o relatório da empresa de consultoria MarketsandMarkets (2021), o mercado global de casas inteligentes deve crescer significativamente nos próximos anos, com uma taxa de crescimento anual composta de 14,5% entre 2021 e 2026. Além disso, a Statista (2022), plataforma de dados estatísticos e análises de mercado, prevê que o mercado de casas inteligentes chegará a uma receita de US\$ 158 bilhões em 2023.

No Brasil, esse mercado também vem se desenvolvendo, e um estudo publicado por Abdala et al. (2014) destaca a importância de soluções inteligentes na construção de cidades mais conectadas, eficientes e sustentáveis. Essas casas utilizam tecnologias como sensores, dispositivos inteligentes e sistemas de automação para melhorar a eficiência energética, reduzir o consumo de água e diminuir a emissão de gases de efeito estufa.

A tecnologia das casas inteligentes tem o potencial de trazer inúmeros benefícios para as cidades, desde a melhoria da qualidade de vida dos moradores até a redução do impacto ambiental das atividades urbanas. Um estudo da Ericsson ConsumerLab (2019) destaca que a tecnologia pode ser uma aliada na construção de cidades mais sustentáveis, inteligentes e inclusivas, com soluções que priorizam a eficiência energética, a redução do tráfego de veículos e a melhoria do transporte público.

É notável que a tecnologia da informação, em suas diversas implementações possíveis, apresenta benefícios e inovação. Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE (2019) quase a totalidade do Brasil (99,8%) tem acesso à energia elétrica, e, segundo a pesquisa TIC Domicílios, do CETIC (2021), 82%

dos domicílios no Brasil têm acesso à internet.

Em outra linha, tem-se uma urgência no desenvolvimento de iniciativas voltadas para a sustentabilidade, devido ao consumo exacerbado de recursos naturais finitos (UNEP, 2019). A busca por soluções sustentáveis se faz importante para a garantia da sobrevivência e qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Assim, as cidades inteligentes e sustentáveis consistem em ambientes nos quais há um comprometimento com a adoção de conceitos de desenvolvimento pautados em princípios de sustentabilidade, tais como, utilização de fontes renováveis de energia, redução de combustíveis fósseis, desenvolvimento urbano planejado e sustentável, bem como, ações e decisões pautadas nas questões socioambientais, econômicas, culturais e geográficas, utilizando a tecnologia e os processos de automação para a geração de soluções de problemas concretos, melhorando, assim, a vida das pessoas e reduzindo e/ou mitigando os impactos ambientais e climáticos (FGV, 2022).

Ademais, as casas inteligentes, assim como as cidades sustentáveis inteligentes podem colaborar diretamente com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, e compreendem 17 objetivos que devem ser alcançados até 2030 para promover um mundo mais sustentável e justo, dentre os quais, os seguintes ODS's: (a) 6 – Água potável e saneamento; (b) 7 - Energia Limpa e Acessível; (c) 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico; (d) 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura; (e) 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis; (f) 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima e (g) 15 – Vida Sobre a Terra.

Segundo o relatório *Global Landscape of Renewable Energy Finance 2023*, produzido pela Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) (IRENA, 2023), o investimento global em tecnologias de transição energética atingiu, no ano de 2022, o valor recorde de US\$ 1,3 trilhão. O estudo aponta que o valor representa um aumento de 19% em relação ao nível de investimento de 2021 e 50% frente a 2019, antes da pandemia.

Nesse sentido, a projeção de casas e cidades inteligentes e sustentáveis tem se tornado cada vez mais relevante. De acordo com o estudo realizado pelo Ministério de Minas e Energia (2022), a incorporação de tecnologias inteligentes em casas e edifícios pode levar a uma redução significativa no consumo de energia e na emissão de gases do efeito estufa (GEE). Este mesmo estudo destaca a existência do Projeto de Lei nº 976/2021, que busca a instituição de uma Política Nacional de Cidades Inteligentes (PNCI) para estimular o desenvolvimento desse conceito nas cidades brasileiras (BRASIL, 2021).

O referido projeto de Lei, tem por objetivo tornar os serviços públicos mais eficientes e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. A proposta prevê que as cidades adotem planos de cidade inteligente devidamente aprovados por lei municipal e contemplados no plano diretor local ou, no caso das metrópoles, integrados ao Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. O projeto ainda prevê a participação ativa dos cidadãos na elaboração dos planos, contribuindo com a indicação das transformações digitais que desejam ver implementadas nas suas cidades. Além disso, as cidades que desenvolverem iniciativas conforme o PNCI deverá ter prioridade no acesso a recursos financeiros e assistência

técnica prestados pelo governo federal (PRIANTE, 2021).

Assim, em face do exposto, uma problemática é identificada, considerando que a economia verde traz muitos desafios e, no campo das cidades, um dos desafios é desenvolver projetos de construções inteligentes que posicione o Brasil em direção à economia verde, além de contribuir para alcançar as metas assumidas para reduzir as suas emissões de GEE até 2030 em 50% e zerá-las até 2050, conforme compromissos divulgados na Conferência das Partes 26 (COP), realizada na Escócia, em 2021. Além disso, destaca-se, também, a criação pelo governo brasileiro do Programa Nacional de Crescimento Verde (PNCV), cuja finalidade, dentre outras, é tornar o Brasil uma das nações verdes (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2021b). Destaca-se que, dentre outros objetivos, o PNCV visa reduzir as emissões de GEE, atuar na preservação florestal, além de promover o desenvolvimento sustentável e oportunidades de empregos verde, o que inclui as cidades, já que tem reflexos na gestão de resíduos, transporte, além da infraestrutura (BRASIL, 2021b). Não obstante, segundo a FGV (2022, p. 119) a realização de investimentos em cidades inteligentes e sustentáveis poderá inserir o Brasil “(...) na ponta das evoluções globais da economia, da inovação e da sustentabilidade, podendo assim ser protagonista nacional das mudanças de digitalização no país”.

Diante do cenário contextualizado, a partir do enfoque nas casas inteligentes, este capítulo teve como objetivo geral analisar o papel das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis no contexto da economia verde no Brasil.

Nesse sentido, foram considerados os compromissos assumidos pelo governo brasileiro para zerar as suas emissões até 2050, a tendência internacional de transição para uma economia de baixo carbono, o desenvolvimento de centros urbanos preparados frente ao contexto de mudanças climáticas, o que envolve aspectos como eficiência energética, uso de tecnologias sustentáveis, gestão de resíduos, transporte e mobilidade urbana, segurança e qualidade de vida nas cidades.

A crescente urbanização tem impulsionado a busca por soluções sustentáveis para tornar as cidades mais eficientes e habitáveis. Nesse contexto, as casas inteligentes surgem como uma opção promissora, capaz de otimizar o uso de recursos e promover a sustentabilidade urbana por meio da economia verde.

Segundo Saraiva et al. (2019) e FGV (2022), a adoção de tecnologias inteligentes nas casas pode contribuir para a redução do consumo de energia, água e materiais, além de melhorar a qualidade de vida dos moradores com reflexo na economia local, regional e nacional. As chamadas cidades inteligentes sustentáveis trazem consigo um conjunto de soluções digitais com potencial para “(...) valorizar os ativos da cidade, de forma eficiente, por meio de soluções inovadoras, em prol de melhoria da qualidade de vida dos cidadãos” (FGV, 2022, p. 10).

Além disso, a construção de casas inteligentes pode ter um impacto positivo na economia local, uma vez que a demanda por serviços e produtos relacionados à tecnologia

tende a aumentar. De acordo com o relatório da Global Market Insights (2021), o mercado global de casas inteligentes deverá atingir um valor de US\$ 200 bilhões até 2027, impulsionado pela crescente preocupação com a eficiência energética e a segurança.

Assim, considerando o papel das casas inteligentes para a construção de cidades sustentáveis, bem como, a necessidade de transição para uma economia verde e de baixo carbono, faz do presente capítulo relevante para o campo de conhecimento. Mouco et al. (2021) destacam que a sustentabilidade urbana é um desafio crescente que se tornou uma prioridade global. Isso se deve ao fato de que, atualmente, mais de 50% da população mundial vive em áreas urbanas, e essa proporção deve crescer para 70% até 2050, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU).

Nesse contexto, descortinar o papel das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis, no contexto da economia verde, pode abrir uma agenda de discussão com reflexos na possibilidade de criação de políticas públicas e soluções que visam um futuro mais sustentável, incentivando a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras, além de aprimorar a qualidade de vida nas cidades.

Além disso, a pesquisa sobre casas inteligentes e cidades sustentáveis pode ter implicações importantes para a qualidade de vida dos moradores. De acordo com Oliveira et al. (2021), em estudo que objetivou identificar os benefícios e dificuldades das casas inteligentes sustentáveis, frente às construções convencionais, as casas inteligentes podem melhorar a qualidade de vida dos moradores, além de reduzir os custos operacionais e melhorar a eficiência energética. Isso pode levar a uma melhoria significativa na saúde e bem-estar dos moradores, bem como reduzir os impactos ambientais negativos.

De acordo com Abdala et al. (2014) a criação de cidades sustentáveis e inteligentes é um desafio que envolve a utilização de tecnologias e práticas que promovam a eficiência energética e a preservação do meio ambiente. Não obstante, observa-se, no contexto atual, que com a intensificação de chuvas em função das mudanças climáticas, que muitas cidades têm se mostrado insustentáveis, em face também dos sérios prejuízos gerados para a população e economia dessas regiões.

Tais fatos reforçam a relevância deste capítulo, (MARENGO E SCARANO, 2017) uma vez que pode contribuir no debate para a construção de políticas em torno da construção de conceitos de cidades sustentáveis considerando a vocação climática regional.

O presente capítulo, portanto, se destina a um público amplo, incluindo profissionais da arquitetura, urbanismo e engenharia, gestores públicos, pesquisadores acadêmicos e ao público em geral, interessado em casas inteligentes, tecnologia e sustentabilidade, além de cidades sustentáveis. Ademais, para a área da administração, a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de negócios e políticas públicas para empresas e governos interessados em promover a inovação e a sustentabilidade urbana. Outrossim, pode fornecer de maneira centralizada informações úteis para a tomada de decisões relacionadas a investimentos em infraestrutura e serviços públicos.

ECONOMIA VERDE

Conforme sinalizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2011), a economia verde pode ser vista como um vetor para a transformação das práticas produtivas e de consumo, tendo em vista que ela incentiva a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes, bem como a redução do consumo de recursos não renováveis. Além disso, a economia verde pode estimular a criação de novos negócios e oportunidades de trabalho em setores como a energia renovável e a gestão de resíduos. Assim, esse conceito pode ser compreendido, segundo o PNUMA (2011) como aquele que promove melhorias na qualidade de vida da sociedade, reduzindo os impactos ambientais.

Conforme a pesquisa de Ferreira (2022), que buscou entender os benefícios e desafios de um modelo econômico sustentável, a economia verde pode ser considerada como uma das bases para o desenvolvimento de cidades sustentáveis, pois permite a utilização racional dos recursos naturais e a promoção de práticas de consumo sustentável.

Nesse contexto, a tecnologia desempenha um papel importante na economia verde e na construção de cidades sustentáveis. Segundo pesquisa de Rosa et al. (2020), que buscou conceituar as cidades inteligentes e seu impacto no desenvolvimento sustentável, a tecnologia pode ser utilizada para a implementação de sistemas de gestão de energia e água, para o monitoramento do consumo de recursos naturais, para a implantação de sistemas de transporte inteligente e para a promoção de práticas de consumo consciente.

Ademais, o engajamento do setor público é importante para o alcance de uma economia verde, conforme pontuado pelo PNUMA (2011), pois ele tem um papel fundamental na regulação e fiscalização das atividades econômicas, na promoção de políticas públicas sustentáveis, no incentivo à adoção de práticas sustentáveis por parte do setor privado e da sociedade em geral, e na conscientização ambiental da população. Assim, o setor público tem o poder de direcionar esforços e recursos para a transição para uma economia verde e promover a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Nesta linha, o Programa Nacional de Crescimento Verde (PNCV) (2021) é uma das iniciativas do governo brasileiro que está diretamente relacionado às iniciativas para uma economia verde, já que seu objetivo principal é promover um desenvolvimento econômico sustentável no Brasil, conciliando crescimento econômico com a preservação do meio ambiente. O PNCV prevê investimentos em energias renováveis, estimula a produção e consumo de produtos sustentáveis, incentiva a agricultura sustentável e preservação da biodiversidade, promove a eficiência energética e uso racional dos recursos naturais, e fomenta a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas.

Nesse diapasão, destaca-se os desafios trazidos para a transição para uma economia verde, em particular na construção de cidades sustentáveis, pois além de induzir uma mudança nos modelos de negócios empresariais, requer a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes, como as utilizadas em casas inteligentes, que contribuem para a

redução do consumo de energia e recursos naturais.

Nesse contexto, registra-se a necessidade de se pensar o desenvolvimento urbano, considerando os desafios trazidos pela economia verde. A construção de espaços urbanos sustentáveis está diretamente relacionada com as transformações requeridas para que seja possível discutir a transição para uma economia verde e de baixo carbono. Isso porque, as construções das cidades, em um primeiro momento, não consideraram aspectos ambientais como elementos fundamentais para a sua sustentabilidade. Assim, o cenário de problemática climática e ambiental traz dentre outros assuntos a necessidade de construir cidades sustentáveis, utilizando, para tanto, conceitos tecnológicos, tais como o conceito de cidades inteligentes que contribuam para que esses objetivos se tornem possíveis, já que essa perspectiva integra um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o ODS 11, proposto pela ONU (2024).

As cidades inteligentes e sustentáveis, segundo a FGV (2022) são espaços nos quais as transformações e disrupções tecnológicas ocorrem, com reflexos positivos para a sociedade civil, empresas e governo. No campo teórico, a transformação das cidades em inteligentes, a partir da interação entre processos de automação, transformação digital e sustentabilidade, demanda a construção de um ambiente no qual há um conjunto de mudanças que devem ser consideradas, sobretudo para os ofertantes de soluções, uma vez que nesse cenário há necessidades específicas dos indivíduos que precisarão ser atendidas, seja no campo governamental, seja no campo empresarial, seja para as pessoas em suas necessidades individuais.

Segundo a FGV (2022) essa conjuntura requer a construção de “(...) infraestrutura de conectividade multisserviços” (p. 5), que é um pilar base para construir cidades inteligentes e sustentáveis, nas quais será possível desenvolver casas inteligentes.

CASAS INTELIGENTES E ECONOMIA VERDE

As casas inteligentes têm atraído cada vez mais a atenção devido às diversas possibilidades que essa tecnologia oferece. Uma das primeiras definições de casas inteligentes encontrada foi feita por Lutolf (1992), e segundo este o conceito de casa inteligente surge da integração de vários serviços dentro da residência, empregando um sistema de comunicação unificado que proporciona uma operação econômica, segura e confortável, ao mesmo tempo em que oferece uma grande funcionalidade e flexibilidade.

Segundo um estudo de Oliveira et al. (2021), que visou comparar as casas inteligentes sustentáveis frente às construções convencionais, as casas inteligentes são definidas como ambientes residenciais equipados com tecnologias avançadas de automação e controle, que permitem a comunicação entre dispositivos e objetos em rede, com o objetivo de proporcionar aos usuários maior conforto, segurança e eficiência energética.

Segundo a visão de Mizusaki (2009), cuja pesquisa buscou comparar mecanismos de comunicação em casas inteligentes, o autor definiu as casas inteligentes como ambientes residenciais que utilizam tecnologias de automação e controle baseadas em sensores, atuadores e sistemas de comunicação, capazes de monitorar e controlar diversos parâmetros, como temperatura, umidade, iluminação, entre outros, visando proporcionar aos usuários um ambiente mais confortável e eficiente.

Já para Santana et al. (2021), cuja pesquisa buscou relacionar as casas inteligentes com a Internet das Coisas (IoT), as casas inteligentes são ambientes residenciais equipados com tecnologias de IoT, capazes de conectar e integrar diversos dispositivos e objetos em rede, como sensores, atuadores, eletrodomésticos, entre outros, com o objetivo de proporcionar aos usuários maior conforto, segurança e eficiência energética.

De acordo com Graupmann e Graupmann (2017), em pesquisa bibliográfica que objetivou compreender a construção e funcionamento das casas inteligentes com foco em sustentabilidade e qualidade de vida, as casas inteligentes podem contribuir para a economia verde e sustentabilidade por meio da redução do consumo de energia e de recursos naturais. Isso pode ser alcançado por meio da automação de processos e da utilização de tecnologias eficientes, como sistemas de iluminação e de ar-condicionado inteligentes. Além disso, a implementação de sistemas de geração de energia renovável, como painéis solares, também pode contribuir para a economia verde.

Quanto à classificação das casas inteligentes, Aldrich (2003) determina 5 classes hierárquicas, conforme Quadro 1:

Tipo	Detalhamento
Casas que contêm objetos inteligentes	Casas que contêm equipamentos inteligentes independentes, com programação pré-definida e dispositivos que funcionam de forma inteligente
Casas que contêm equipamentos de comunicação inteligente	São casas que contêm equipamentos que funcionam de forma inteligente e que também compartilham informações com outros para aumentar seu desempenho
Casas conectadas	Casas que possuem redes que permitem o controle de sistemas e equipamentos remotamente, assim como acesso a serviços e informações internas e externas
Casas aprendizes	Casas nas quais os padrões de atividades são gravados, e tais dados são usados para antecipar as necessidades dos usuários
Casas preditivas	Casas nas quais a atividade e o local das pessoas e objetos são constantemente registrados, e essa informação é usada para controlar a tecnologia existente, antecipando-se às necessidades do usuário, interagindo naturalmente

Quadro 1: Classificação das casas inteligentes

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) a partir de Aldrich (2003, p. 23).

Em linha similar, Sovacool (2020) entende, a partir da sua revisão bibliográfica, que nem todas as tecnologias aplicadas às casas inteligentes estão no mesmo nível de inteligência. O autor delimita sete níveis tecnológicos para casas inteligentes conforme o Quadro 2.

Nível	Tipo	Detalhamento
0	Básico	Casa analógica comum, sem nenhuma tecnologia inteligente
1	Isolado	Casa com algumas tecnologias inteligentes isoladas
2	Embarcado	Casa em que as tecnologias inteligentes se tornam agrupadas e programáveis
3	Automatizada	Casa em que as tecnologias inteligentes se tornam programáveis, mais automatizadas e antecipatórias
4	Intuitiva	Casa em que os sistemas se integram para aprender, modificar e adaptar o fornecimento de muitos serviços
5	Autoconsciente	Casa em que os sistemas se integram e automatizam totalmente para atender a todas as necessidades previstas
6	Agregação	Casas inteligentes intuitivas ou sensíveis que, além de autoconscientes, tornam-se interconectadas em bairros, cidades e estados

Quadro 2: Níveis de inteligência em casas inteligentes

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) a partir de Sovacool (2020, p. 7).

Assim, pode-se observar a partir de Sovacool (2020) e Aldrich (2003), a existência de diferentes definições e classificações de casas inteligentes, muito embora ambos destacam a integração com tecnologias avançadas para proporcionar aos usuários maior conforto, segurança e eficiência energética, entre outros. Aldrich (2003) propõe uma classificação hierárquica de cinco tipos, enquanto Sovacool (2020) propõe sete níveis tecnológicos para as casas inteligentes.

Já no que tange a aplicações encontradas em casas inteligentes, existe uma infinidade de possibilidades. Ao confrontar os estudos de Bolzani (2010) e Rebouças (2020), pode-se identificar as seguintes aplicações, conforme o Quadro 3:

Aplicações	Usos e Dispositivos
Climatização	Ar-condicionado, aquecedores e ventiladores inteligentes, termostatos inteligentes, controle automatizado de temperatura.
Controladores e Centrais de Automação	Painel de controle de equipamentos, hubs de conectividade, central de alarmes, monitoramento do consumo de água, monitoramento do consumo de energia.
Controle de água	Sistema de reuso de água, controle de tempo e vazão.
Controle de Iluminação	Lâmpadas inteligentes, interruptores inteligentes, acendimento automático, sensores de presença; outros
Eletrodomésticos	Forno, geladeira, máquina de lavar, cafeteira, robô aspirador.
Entretenimento	Sistema de áudio com distribuição sem fio, smart TVs, telas interativas, sonorização automatizada (conforme clima, horário, humor, etc).
Gestão de Resíduos	Sistema de recolhimento, separação e descarte de lixos e resíduos.
Infraestrutura	Cabeamento dedicado, medidores de consumo energético por equipamento, quadro de distribuição conectado na rede de internet, painéis fotovoltaicos.
Saúde	Sensores para monitoramento de sinais vitais, queda e choro, controle de remédios.
Segurança	Alarmes, circuito fechado de TV, reconhecimento facial, fechaduras digitais, detector de fumaça.
Serviços Inteligentes	portas e cortinas automatizadas, assistentes virtuais, assistentes por voz, centrais de vácuo.
Utilidades	Sauna, bomba de piscina, irrigação, gás.

Quadro 3: Aplicações de casas inteligentes

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) a partir de Bolzani (2010, p. 91) e Rebouças (2020, p. 27).

Em suma, analisando a disposto pelos diferentes autores, as definições de casas inteligentes encontradas destacam o uso de tecnologias de automação, controle e IoT, capazes de conectar e integrar diversos dispositivos e objetos em rede, com o objetivo de proporcionar aos usuários um ambiente mais confortável, seguro e eficiente. Essas definições mostram a importância das casas inteligentes na atualidade, e como essas tecnologias podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos usuários.

CASAS INTELIGENTES E CIDADES SUSTENTÁVEIS

De acordo com a pesquisa de Deboni et al. (2011), que objetivou demonstrar as vantagens da automação sustentável na construção civil, as casas inteligentes sustentáveis são aquelas que utilizam tecnologias de automação e controle para reduzir o consumo de energia, água e recursos naturais, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Essas tecnologias incluem sistemas de iluminação inteligente, gestão de energia, gestão de água, controle de temperatura e ventilação, entre outras.

Já Reis (2020), em estudo descritivo bibliográfico, com foco em abordar o conceito e benefícios de uma construção sustentável, trouxe outra característica importante para tornar uma casa inteligente sustentável, que é a utilização de materiais ecológicos na sua construção e decoração, tais como madeira certificada, tintas ecológicas, isolamento térmico e acústico, entre outros. Além disso, ele ressalta a importância de que a casa seja projetada de forma a aproveitar ao máximo a iluminação natural e a ventilação, reduzindo a necessidade de uso de sistemas artificiais.

Na pesquisa de Zambon et al. (2017), que apresentou os recursos sustentáveis energéticos utilizados nas construções civis, foi destacada a importância da utilização de sistemas de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, para tornar uma casa inteligente sustentável. Os autores ressaltaram que esses sistemas podem ser integrados aos sistemas de automação e controle, permitindo o monitoramento e o gerenciamento da energia gerada e consumida.

De acordo com Silva et al. (2021), a utilização de tecnologias de IoT também é importante para tornar uma casa inteligente sustentável, pois permite a monitoração do consumo de energia, água e recursos naturais, possibilitando a identificação de possíveis desperdícios e a tomada de medidas para reduzir o consumo.

Outro fator importante para tornar uma casa inteligente sustentável é a utilização de sistemas de gestão de resíduos, como a coleta seletiva e o reaproveitamento de materiais, conforme destacado por Lima et al. (2022). Esses sistemas permitem a redução da quantidade de resíduos gerados e a destinação adequada deles, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

As cidades sustentáveis são um conceito cada vez mais presente na agenda das políticas públicas e no debate acadêmico. Segundo Saraiva et al. (2019), essas cidades buscam integrar-se à tecnologia para alcançar a sustentabilidade, e sua aplicação deve ser integrada a um planejamento urbano sustentável e integrado. As cidades sustentáveis e inteligentes podem oferecer qualidade de vida para seus habitantes, preservando o meio ambiente e garantindo o desenvolvimento econômico. Para a FIA Business School (2020), instituição referência em ensino e pesquisa, as cidades sustentáveis são aquelas que buscam a harmonização dos seus padrões de vida, produção e consumo, levando em consideração tanto aspectos econômicos quanto socioambientais. Ao invés de promover um crescimento e consumo desenfreados, essas cidades adotam políticas públicas e ações que favorecem a sustentabilidade e geram impactos positivos nesse sentido.

As cidades sustentáveis têm como característica a aplicação iniciativas que usam de tecnologias inteligentes para solução diversos problemas e objetivos, muitas vezes podendo ser entendida como cidades inteligentes. Conforme Souza (2021), uma cidade inteligente é uma cidade sustentável, e deve abarcar ações de sustentabilidade que visem a recuperação e a manutenção dos nossos escassos recursos naturais, promovendo o uso de mecanismos de energia renovável, o tratamento e a limpeza de rios que abastecem as cidades, o tratamento do volume exponencial de resíduos sólidos, o uso de soluções inovadoras de construção, dentre outras.

Em cidades sustentáveis existem fatores determinantes que precisam ser observados, sendo estes fundamentais na sustentação do modelo sustentável. Segundo Maulen et. al (2019), em um estudo que visou conceituar cidade sustentável, os fatores são: a) Planejamento urbano e gestão territorial; b) Energia limpa e eficiência energética; c) Transporte sustentável; d) Gestão de resíduos; e) Uso de tecnologia e; f) Participação social.

Em relação ao planejamento urbano e gestão territorial (a), tem papel fundamental para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. De acordo Araujo (2021), o planejamento urbano deve ser participativo, integrado e estratégico, levando em conta as necessidades da população e a proteção dos recursos naturais. Além disso, é importante adotar políticas de gestão territorial que incentivem a compactação urbana e o uso racional do solo.

No tocante a energia limpa e eficiência energética (b), consistem em aspectos essenciais para as cidades sustentáveis, pois contribui para a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e para a preservação dos recursos naturais. Segundo Menkes (2004), que avaliou em sua pesquisa a efetividade da eficiência energética enquanto instrumento de política ambiental, as cidades sustentáveis devem adotar práticas de eficiência energética em edificações, transportes e iluminação pública, além de incentivar a utilização de fontes renováveis de energia.

Já em relação ao transporte sustentável (c), segundo estudo publicado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Regional em 2021, a promoção do transporte coletivo, ciclovias e o incentivo à caminhada são medidas que contribuem para a redução da emissão de gases poluentes e para a melhoria da mobilidade urbana.

No que diz respeito à gestão de resíduos (d), Bringham (2004) destaca que é fundamental adotar práticas de coleta seletiva, destinação correta e reciclagem de resíduos sólidos urbanos para reduzir a quantidade de lixo destinada a aterros sanitários.

Um outro ponto de relevância no conceito de cidades sustentáveis é o uso de tecnologia (e). Segundo estudo de Santos (2014), com intuito de identificar as diretrizes para a implementação de um sistema de infraestrutura verde, a utilização de tecnologias como IoT, Big Data e inteligência artificial permitem a coleta e análise de dados em tempo real, possibilitando a tomada de decisão mais precisa e eficiente para o planejamento urbano.

Não obstante, destaca-se ainda a participação social (f), que para Nakano (2007), em seu artigo sobre a busca por cidade justa, democrática e sustentável, a participação da população na tomada de decisão e na definição das prioridades é fundamental para a construção de uma cidade mais democrática, justa e sustentável. Cumpre destacar ainda que com a adoção dos ODS pela Organização das Nações Unidas (ONU), os ODS se tornaram um importante guia para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e inteligentes, principalmente em vista sua relevância na agenda global, impulsionada pela urgência em combater as mudanças climáticas e promover a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas. Segundo o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) (2023), algumas das consequências das mudanças climáticas são o aumento da temperatura média global, que tem elevado o nível do mar por conta do derretimento das calotas polares, além de pode ocasionar no desaparecimento de cidades litorâneas e ilhas. O WWF ressalta também que há previsão de maior ocorrência de eventos extremos climáticos (furações, seca, ondas

de calor, tsunamis, outros) com consequências graves ao ecossistema natural e para a população, podendo resultar, num médio prazo, na extinção de plantas e animais.

Então, na relação entre as Cidades Sustentáveis Inteligentes e os ODS, cabe destacar seu vínculo com: ODS: 6 – Água potável e saneamento, 7 - Energia Limpa e Acessível, 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico, 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura, 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima, 15 – Vida sobre a terra; e principalmente o 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, os quais trazem elementos essenciais na construção de cidades inteligentes e sustentáveis (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023).

Aprofundando, o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis tem como objetivo “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.” (ONU, 2015). Um estudo realizado por Barreto e Andrade (2022), destaca que a implementação de tecnologias inteligentes em cidades pode contribuir para o alcance do ODS 11, especialmente em relação à garantia de acesso à moradia adequada e serviços básicos, como transporte e saúde. Os autores ressaltam que a utilização de tecnologias pode ajudar a melhorar a eficiência dos serviços públicos, reduzindo custos e aumentando a qualidade de vida dos cidadãos.

Em outro estudo publicado pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR - NIC.br (2020), associação gestora dos domínios de internet no Brasil, é dada ênfase na importância do uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) para o planejamento urbano sustentável. Os autores argumentam que o uso dessas tecnologias pode permitir a coleta de dados em tempo real sobre o uso do solo, transporte e qualidade do ar, permitindo um planejamento mais eficiente e sustentável das cidades.

Além disso, a pesquisa de Bermudez e Consoni (2019), que discute o papel das cidades transição para uma mobilidade de baixo-carbono, aponta que a adoção de tecnologias de transporte sustentável pode ajudar a alcançar o ODS 11. Os autores afirmam que a integração de diferentes modos de transporte, como bicicletas, ônibus elétricos e sistemas de compartilhamento de carros, pode reduzir a dependência de veículos particulares e, assim, reduzir as emissões de carbono e melhorar a qualidade do ar.

Por fim, a pesquisa de Ferreira e Coelho (2021) destaca a importância da participação cidadã no planejamento e implementação de tecnologias inteligentes nas cidades. Os autores argumentam que a participação da comunidade pode ajudar a garantir que as tecnologias sejam implementadas de forma justa e equitativa e que os benefícios sejam distribuídos de maneira justa.

Em linhas gerais, a literatura converge em destacar que os ODS são um importante guia para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e inteligentes. Eles destacam que os ODS têm relação direta com a implementação de soluções tecnológicas inovadoras em sistemas de abastecimento de água, promoção da energia limpa e renovável, incentivo ao surgimento de empresas que trabalham com tecnologias sustentáveis, construção de infraestrutura resiliente e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

RELAÇÃO ENTRE CASAS INTELIGENTES E CIDADES SUSTENTÁVEIS

O mercado de casas inteligentes no Brasil tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos, impulsionado pela crescente demanda por tecnologias que facilitem o controle e a gestão das atividades cotidianas no ambiente residencial.

Segundo projeções do Statista (2022), renomado portal online de estatísticas, que disponibiliza dados recolhidos por institutos de pesquisa de mercado, pesquisas com consumidores e estudos setoriais, a receita do setor de casas inteligentes no Brasil, em 2023, estava projetada para atingir US\$ 1,5 milhões, com uma taxa de crescimento anual composta de 15,05% até 2027, resultando em um volume de mercado projetado de US\$ 2,7 milhões. Em 2023, em comparação com 2017, estima-se que a receita foi na casa dos US\$ 557 milhões, representando um crescimento da ordem de 281,72%. Além disso, segundo as mesmas projeções, espera-se que o número de residências ativas no mercado de casas inteligentes no Brasil chegue a 12,87 milhões de usuários até 2027, cuja inserção doméstica, em 2023, estava estimada em 9,5%. Ademais, a expectativa, até 2027, é que alcance 17,1%. Esses dados indicam que o mercado de casas inteligentes no Brasil tem um grande potencial de crescimento nos próximos anos.

Destaca-se que há muitos desafios a serem superados, como a falta de padronização de tecnologias e a necessidade de investimentos em infraestrutura, para que o mercado alcance seu pleno potencial, assim como a necessidade de conscientização do consumidor para uma compra e uso com foco na sustentabilidade. O relatório *Ranking Connected Smart Cities (2022)*, teve por objetivo avaliar o desempenho das cidades brasileiras em relação aos conceitos e princípios das cidades inteligentes e sustentáveis. O panorama apresentado pelo ranking abrange 11 setores, representados separadamente pelas diferentes cores dos 75 indicadores, que refletem a qualidade de vida e a sustentabilidade nas cidades brasileiras: mobilidade, urbanismo, meio ambiente, tecnologia e inovação, economia, educação, saúde, segurança, empreendedorismo, governança e energia. Entre as cidades que se destacaram na classificação geral do ranking, conforme, estão Curitiba, Florianópolis, São Paulo, São Caetano do Sul, Campinas, Brasília, Vitória, Niterói, Salvador e Rio de Janeiro. A cidade de Curitiba foi classificada em 1º lugar, além de ter desempenho notável no recorte de Empreendedorismo, ocupando a 1ª posição nesse quesito. Além disso, a cidade ficou em 2º lugar no recorte de Tecnologia e Inovação, em 3º lugar no recorte de Urbanismo e em 8º lugar no recorte de Meio Ambiente.

Devido a não disponibilização em relatório das características que definiram as demais colocações, neste estudo só foi possível analisar as características da primeira colocada em cada um dos indicadores do Ranking, conforme Quadro 4.

Critério	Cidade	UF	Classificação
Classificação Geral	Curitiba	PR	1º
Mobilidade	São Paulo	SP	1º
Urbanismo	Santos	SP	1º
Meio ambiente	Balneário Camboriú	SC	1º
Tecnologia e Inovação	Fortaleza	CE	1º
Saúde	Belo Horizonte	MG	1º
Segurança	São Caetano do Sul	SP	1º
Educação	São Caetano do Sul	SP	1º
Empreendedorismo	Curitiba	PR	1º
Governança	Balneário Camboriú	SC	1º
Economia	São Paulo	SP	1º
Energia	N/A	N/A	1º

Quadro 4: Primeira colocada do ranking conforme cada indicador

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) a partir de Ranking Connected Smart Cities (2022, p. 1).

No topo da classificação geral, conforme pode ser visto no Quadro 4 está a cidade de Curitiba. A cidade teve um crescimento de 2,44% no número de empresas de tecnologia e 17,3% entre microempresas individuais, além de investir em urbanismo, infraestrutura, mobilidade e meio ambiente. Curitiba alcançou a universalização do abastecimento de água, atendimento de esgoto sanitário e coleta de resíduos residenciais, segundo o Ranking Connected Smart Cities (2022). Também possui 100% de cobertura 4G, sistema de agendamento de consultas na rede pública de saúde e nota 9,6 na Escala Brasil de Transparência. Além disso, Curitiba testou a primeira luminária inteligente com antena 5G integrada no mundo, que pode transformar lâmpadas de iluminação pública em antenas de celular e possui outras funcionalidades voltadas para cidades inteligentes (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

No tocante a mobilidade as cidades de São Paulo, Balneário Camboriú e Itajaí foram as primeiras colocadas. São Paulo é uma das cidades mais populosas do país, mas tem investido em soluções inteligentes para melhorar o transporte público e reduzir o trânsito. Algumas das iniciativas destacadas são a implantação de bilhete eletrônico no transporte público, semáforos inteligentes e a oferta de três opções de aeroportos com voos regulares em um raio de 100 quilômetros da cidade. A cidade ainda conta com 5,53 quilômetros de ciclovia por habitante e 0,21% da frota de veículos considerados de baixa emissão (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Já em relação a dimensão urbanismo as cidades de Santos, Jaguariúna e Curitiba foram as primeiras colocadas. Santos apresenta uma série de iniciativas voltadas para a melhoria do urbanismo, como a disponibilização do serviço de emissão de alvará pela internet, o cadastro imobiliário informatizado e georreferenciado, além de um investimento

per capita de R\$ 802,80 em urbanismo. Além disso, a cidade tem um alto índice de atendimento urbano de água e esgoto, bem como uma alta taxa de densidade populacional em áreas urbanas (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

No recorte de meio ambiente as cidades de Balneário Camboriú, Jaguaruina e Jaraguá do Sul foram as primeiras colocadas. Balneário Camboriú recebeu a primeira colocação por apresentar um índice de 100% de atendimento urbano de água, 95% de esgoto e 100% coleta de resíduos sólidos, além de um bom desempenho na recuperação de materiais recicláveis e no monitoramento de áreas de risco (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Na dimensão tecnologia e inovação as cidades de Fortaleza, Curitiba e Belo Horizonte ocupam as primeiras posições. Fortaleza se destaca pela alta velocidade média das conexões de banda larga contratadas, pela cobertura de 100% da população por sinal 4G, 21,5% de taxa de cobertura banda larga e pela taxa de 4,95% de empregabilidade no setor de tecnologia e inovação (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

No tocante à dimensão saúde as cidades de Belo Horizonte, Balneário Camboriú e Barueri se destacaram. Belo Horizonte possuía cerca de 3,64 leitos hospitalares por habitantes e cerca de 701 médicos para cada 100 mil habitantes. A cidade também investe cerca de R\$ 1.584 em saúde por habitante, além de permitir à população realizar agendamento online de consultas na rede pública de saúde (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Já no recorte de segurança as cidades de São Caetano do Sul, Ipojuca e Florianópolis nas primeiras posições, com São Caetano do Sul apresentando uma taxa de 9,2 homicídios para cada 100 mil habitantes, alto número de policiais, guardas municipais e agentes de trânsito, um investimento em segurança per capita de R\$ 303,50, além da existência de um Centro de Controle e Operações (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Em educação as cidades de São Caetano do Sul, Mineiros e Ouro Preto foram os destaques. A cidade de São Caetano do Sul se destaca por 100% dos professores do ensino médio público possuírem ensino superior, além de uma média de 435,1 pontos no ENEM referente à rede pública. Ademais, a cidade conta com cerca de 28,8 vagas em universidades públicas para cada mil habitantes em idade considerada dentro da População Economicamente Ativa (PEA), nota no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 6,2 pontos, além de aproximadamente R\$ 3.018 em despesa paga com educação por habitante (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

No recorte de empreendedorismo as cidades de Curitiba, Florianópolis e Rio de Janeiro se destacaram. Em Curitiba, chamou a atenção a existência de 12 incubadoras de empresas e 4 polos tecnológicos, que contribuem para o crescimento de 17,3% das MEI's e de 2,44% das empresas de tecnologia em relação a 2021 (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

No tocante a dimensão de governança as cidades de Balneário Camboriú, Niterói e Caraguatatuba foram as que mais se destacaram. Em Balneário, destacam-se indicadores como o índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (0,858) e a Escala Brasil Transparente (9,75), além de despesas acima da média nacional com saúde, urbanismo e segurança (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Em economia as cidades de São Paulo, Barueri e Campinas lideraram o ranking. São Paulo se destaca pela independência do setor privado, com 94,9% dos empregos formais, crescimento do PIB per capita de 6,22%, aumento de empregos de 6,70% em 2022 e renda média do trabalhador formal de R\$ 4.017,32 (RANKING CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Por fim, em energia, não há recorte sendo feito desde o ano de 2019. A decisão de não dar continuidade foi tomada devido a mais da metade dos indicadores idealizados para este eixo estarem concentrados em produção de energia por meios diversificados (eólica, fotovoltaica e biomassa).

Em síntese, a partir do estudo Ranking Connected Smart Cities (2022) pode-se verificar que diversas cidades brasileiras estão investindo em tecnologia e inovação para se tornarem mais inteligentes e sustentáveis. O destaque em diferentes recortes do ranking demonstra que existem diferentes estratégias para alcançar esse objetivo, como o fomento ao empreendedorismo, o fortalecimento da governança e o impulso à economia local.

Cabe destacar o papel da tecnologia e sua influência nas diversas áreas e setores de atuação e iniciativas nas cidades. Pôde-se observar também um investimento em adaptação a rápida evolução tecnológica, para acompanhar as mudanças na sociedade e no mercado.

É importante destacar que o ranking apresenta apenas uma visão parcial do desempenho das cidades e das políticas nela aplicadas. Para melhor exploração e análise faz-se necessária, em investigações futuras, a prospecção de informações mais completas, inclusive sobre as cidades presentes nas demais colocações do ranking, para permitir analisar pontos como a participação popular, gestão democrática e transparência nas políticas públicas vinculadas, além de permitir a identificação de um padrão de políticas e iniciativas, bem como permitir realizar uma comparação entre as cidades.

O PAPEL DAS CASAS INTELIGENTES NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

A relação entre casas inteligentes e cidades sustentáveis é um tema relevante e diretamente associado, principalmente diante da necessidade de se buscar soluções para a crise ambiental e de recursos naturais que o mundo enfrenta (UNEP, 2022). Com o aumento da urbanização e da população mundial, o planejamento e o desenvolvimento de cidades sustentáveis tornaram-se uma necessidade. A adoção de tecnologias inteligentes, como

as casas inteligentes, pode desempenhar um papel importante na criação de cidades mais inteligentes e sustentáveis. É importante dar destaque que essa relação pode possibilitar o uso mais eficiente de recursos, como energia e água, e o controle de emissão de poluentes (DARGIE; POELLABAUER, 2010).

A partir da convergência do estudo dos autores Falconer e Mitchell (2012), Teza (2002), Rebouças (2020), Reis et al. (2019), Gomes (2019), Luiz (2020), Martinez et al. (2021), Martins et al. (2017), Moreira (2020), Nascimento e Fettermann (2020), Cardoso et al. (2014), Silva (2015), Melo (2021), Carnevali e Alcantara (2020), Rocha (2018), pode-se identificar alguns tópicos nos quais observa-se relação clara do papel das casas inteligentes na formação de cidades sustentáveis, sendo eles: a) tecnologias inteligentes; b) mobilidade urbana; c) coleta de dados e monitoramento ambiental; d) impactos sociais e econômico; e) eficiência energética e fontes renováveis; e f) gestão de resíduos.

Em relação às tecnologias inteligentes, como as casas inteligentes, têm contribuição direta na construção de cidades sustentáveis. Segundo Falconer e Mitchell (2012), as cidades sustentáveis inteligentes são aquelas que utilizam tecnologias de informação e comunicação para melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes, a eficiência dos serviços públicos e a gestão dos recursos naturais.

Destaca-se que as casas inteligentes, são residências que utilizam tecnologias de automação e controle para melhorar o conforto dos moradores e reduzir o consumo de energia (TEZA, 2002).

Nesse íterim, a conectividade é um aspecto fundamental tanto na construção de casas inteligentes quanto na construção de cidades sustentáveis. Segundo Rebouças (2020), que buscou identificar padrões de comportamento referente ao mercado de casa inteligente no Brasil, a conectividade permite que as casas inteligentes sejam integradas em uma rede mais ampla de tecnologias, permitindo que a cidade como um todo se torne mais inteligente. A conectividade também permite que as casas inteligentes sejam monitoradas e gerenciadas de forma remota, permitindo que os usuários economizem energia e água, além de prover maior segurança.

A mobilidade urbana é outro fator crucial para a sustentabilidade de uma cidade. Segundo Reis et al. (2019), a integração da automação residencial com os sistemas de transporte pode melhorar a mobilidade urbana, permitindo a criação de rotas mais eficientes e a redução do tempo de deslocamento. Em linha similar, as casas inteligentes também podem contribuir para a mobilidade sustentável ao integrar tecnologias que permitem uma gestão mais eficiente dos transportes, como o compartilhamento de veículos elétricos e a integração de sistemas de transporte público e privado. Ainda, segundo os autores, a integração de tecnologias de transporte inteligentes pode reduzir a necessidade de transporte individual, diminuindo assim a pegada de carbono e promovendo a sustentabilidade da cidade como um todo.

Segundo pesquisa de Gomes (2019) sobre a gestão energética de carros elétricos em cidades inteligentes, as cidades sustentáveis e inteligentes podem contribuir para a adoção de meios de transporte mais sustentáveis, como bicicletas e carros elétricos, através da disponibilização de pontos de recarga e armazenamento de baterias.

Além disso, a automação residencial pode permitir o controle do acesso a garagens e vagas de estacionamento, facilitando a gestão do espaço urbano e reduzindo o congestionamento de veículos (LUIZ, 2020).

Já em relação a coleta de dados e monitoramento ambiental, as casas inteligentes também podem ser usadas como fontes de dados para monitorar o ambiente urbano. Um estudo realizado por Martinez et al. (2021), destacou a importância da coleta de dados em tempo real para apoiar a tomada de decisão em cidades inteligentes e sustentáveis. Os autores argumentam que a coleta de dados em tempo real permite uma melhor compreensão dos padrões de uso de recursos e do comportamento dos usuários, o que pode levar a intervenções mais eficazes para promover a sustentabilidade.

Outro estudo realizado por Martins et al. (2017), abordou a coleta de dados para monitoramento ambiental em casas inteligentes. Os autores destacaram a importância da coleta de dados para permitir o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes no combate à poluição. A abordagem proposta pelos autores envolve a instalação de sensores em casas inteligentes para monitorar a qualidade do ar, umidade e temperatura. A partir das informações coletadas, são gerados boletins em tempo real em caso de qualidade do ar ruim e outras informações relevantes para os usuários.

Já no tocante aos impactos sociais e econômicos, a adoção de tecnologias de automação residencial pode ter impactos sociais e econômicos nas cidades. Segundo a pesquisa de Moreira (2020), que objetiva entender como iniciativas baseadas na aplicação de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) ajudam as cidades sustentáveis a contemplarem as três dimensões da sustentabilidade (Social, Econômica e Ambiental), a adoção dessas tecnologias pode gerar empregos na indústria de tecnologia e serviços, além de melhorar a qualidade de vida dos moradores, que passam a ter acesso a serviços mais eficientes e confortáveis. Nesse sentido, as casas inteligentes podem contribuir para a economia verde, que é definida como um modelo econômico que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente.

Outro aspecto importante da relação entre casas inteligentes e cidades sustentáveis é a promoção da participação ativa da população no desenvolvimento urbano sustentável. Segundo estudo de Nascimento e Fettermann (2020), as casas inteligentes podem aumentar a conscientização ambiental e permitir a participação dos habitantes na gestão dos recursos e processos urbanos.

No tocante a eficiência energética e fontes renováveis, uma casa inteligente pode contribuir para a eficiência energética de uma cidade sustentável ao adotar estratégias de redução do consumo de energia, como o uso de equipamentos eficientes, automação

e monitoramento do consumo de energia. Segundo o estudo de Cardoso et al. (2014), a automação é uma das formas de garantir a eficiência energética em uma casa inteligente, permitindo o controle do consumo de energia e a adoção de medidas de economia.

Além disso, a eficiência energética pode ser ampliada através da adoção de sistemas de iluminação e climatização inteligentes, que se adaptam às condições do ambiente e às necessidades dos moradores. De acordo com o artigo de Silva (2015), a utilização de sensores de presença e luz natural, aliada à automação de sistemas de iluminação e climatização, pode gerar grande economia no consumo de energia elétrica.

Ademais, as casas inteligentes podem ajudar a promover a produção e o consumo de energia renovável. Por exemplo, a instalação de painéis solares pode ajudar a reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis e reduzir a pegada de carbono. Seguro estudo sobre aprimoramento da legislação energética brasileira escrito por Melo (2021), a geração de energia renovável em residências pode ser integrada em uma rede mais ampla de energia renovável, tornando as cidades mais sustentáveis.

No tocante à gestão de resíduos, outro aspecto importante para a sustentabilidade urbana é a gestão adequada de resíduos. Segundo Carnevali e Alcantara (2020), que investigou sobre cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana, a automação residencial pode permitir o controle do acionamento de equipamentos, como trituradores de alimentos e compactadores de lixo, além da separação e destinação correta dos resíduos gerados na casa, incluindo a conexão com iniciativas de reciclagem de materiais e reaproveitamento.

Além disso, a utilização de tecnologias como a IoT e sensores inteligentes pode permitir a criação de sistemas de coleta seletiva automatizada e monitoramento do volume de resíduos gerados, permitindo a adoção de medidas preventivas e de gestão mais eficientes. A gestão inteligente de resíduos em uma casa inteligente pode ser integrada a um sistema maior de gestão de resíduos na cidade, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos urbanos (ROCHA, 2018).

A partir da convergência das inferências dos autores pode-se observar que as casas inteligentes, por meio da automação e controle, podem contribuir para a redução do consumo de energia, gestão mais eficiente dos transportes, integração de sistemas de transporte público e privado, e coleta de dados em tempo real, podendo assim apoiar na tomada de decisão dos gestores públicos e privados no contexto das cidades inteligentes e sustentáveis.

Além disso, pode-se observar que a conectividade é um aspecto fundamental para a construção de cidades sustentáveis e inteligentes, permitindo que as casas inteligentes sejam integradas em uma rede mais ampla de tecnologias, gerenciadas de forma remota e monitoradas para economizar energia e água, prover maior segurança, e contribuir para a adoção de meios de transporte mais sustentáveis.

A relação entre casas inteligentes e cidades sustentáveis também tem impactos sociais e econômicos, gerando empregos na indústria de tecnologia e serviços, além de

melhorar a qualidade de vida dos moradores, que passam a ter acesso a serviços mais eficientes e confortáveis. As casas inteligentes também contribuem para a economia verde, que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente.

Assim, destaca-se que os fatores contribuem para que uma casa possa ser considerada inteligente e sustentável incluem a infraestrutura de conectividade e multisserviços, energias renováveis, o uso de tecnologias de automação e controle para reduzir o consumo de energia, água e recursos naturais, a utilização de materiais ecológicos na sua construção e decoração, a utilização de sistemas de energia renovável, a utilização de tecnologias de IoT para monitoração e gestão do consumo, e a utilização de sistemas de gestão de resíduos para redução do impacto ambiental. Esses fatores mostram como as casas inteligentes podem contribuir para a sustentabilidade e para a preservação do meio ambiente, além de proporcionar maior conforto e qualidade de vida aos seus usuários, não restrito ao ambiente residencial, mas também à sua interação com a cidade.

Destaca-se que uma cidade sustentável é aquela que busca a integração da tecnologia para alcançar a sustentabilidade e promover qualidade de vida para seus habitantes, preservando o meio ambiente e garantindo o desenvolvimento econômico. Assim, infere-se que existem fatores determinantes para a sustentação do modelo sustentável, como o planejamento urbano e a gestão territorial participativos, a eficiência energética, o transporte sustentável, a gestão adequada de resíduos, o uso de tecnologia e a participação social.

Alguns pontos de convergência destacados incluem a importância da participação social e da gestão integrada e estratégica para a promoção da sustentabilidade urbana. Além disso, é enfatizada a necessidade de adotar práticas de eficiência energética e de uso racional do solo, bem como incentivar o transporte coletivo, ciclovias e a caminhada para reduzir a emissão de gases poluentes. A gestão adequada de resíduos e o uso de tecnologia também são fatores fundamentais para as cidades sustentáveis.

Cabe ressaltar que o uso da tecnologia é um aspecto fundamental nas cidades sustentáveis, pois permite a coleta e análise de dados em tempo real, possibilitando a tomada de decisão mais precisa e eficiente para o planejamento urbano. Além disso, tecnologias como Internet das Coisas, Big Data e inteligência artificial permitem a gestão inteligente de recursos naturais, como água e energia, e a promoção de uma mobilidade mais eficiente e sustentável. Segundo a FGV (2022) a conectividade e a construção de uma infraestrutura robusta são fundamentais nesse processo, o que poderá construir cidades inteligentes, digitais. Com o uso da tecnologia, é possível ainda melhorar a qualidade de vida da população, através da oferta de serviços públicos mais eficientes e acessíveis. Assim, o papel da tecnologia é essencial para a construção de cidades mais sustentáveis e inteligentes, capazes de preservar o meio ambiente e garantir o desenvolvimento econômico e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo teve por discutir o papel das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis. Para alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com a finalidade exploratória, cuja abordagem foi a qualitativa, com uma análise descritiva.

Verificou-se que a aplicação de tecnologias, como as casas inteligentes para a construção de cidades inteligentes e sustentáveis é um caminho que se desenha em busca da transição para uma economia verde, no contexto da problemática ambiental e climática. Com o aumento da urbanização e a preocupação crescente com a preservação ambiental, é fundamental repensar a forma como os centros urbanos são desenvolvidos.

A análise da literatura indicou que as casas inteligentes e sustentáveis são uma das diversas possibilidades de soluções para reduzir o consumo de energia e a emissão de gases de efeito estufa. A aplicação de IoT é uma tendência crescente que pode contribuir significativamente para a construção de cidades inteligentes e sustentáveis. Através do uso de sensores e dispositivos inteligentes, por exemplo, as casas podem ser projetadas para monitorar e reduzir o consumo de energia e água, podendo então reduzir o desperdício e contribuir para a sustentabilidade, através do uso de materiais e equipamentos mais eficientes.

Ademais, a integração das casas inteligentes com as cidades se mostra crucial na promoção de um desenvolvimento urbano sustentável. As cidades podem ser projetadas, ou mesmo adaptadas, para uma melhor administração energética e redução de resíduos, além de incentivar o uso de transportes não poluentes, bem como a preservação das áreas verdes. A adoção das TICs, tecnologias de informação e comunicação, pode permitir a gestão eficiente de recursos e a promoção de uma economia verde, sendo necessária a construção de infraestrutura de conectividade que permita colocar as cidades no caminho da era digital.

Fica explícito que casas inteligentes são uma das principais tecnologias que podem ajudar na popularização de iniciativas sustentáveis e na formação de cidades inteligentes e sustentáveis. Elas oferecem uma oportunidade única de utilizar a tecnologia para criar espaços mais eficientes em termos energéticos, reduzindo o impacto ambiental e ajudando na construção de um futuro mais sustentável.

Algumas formas em que as casas inteligentes podem apoiar a construção de cidades sustentáveis e a causa da sustentabilidade são através da utilização de sensores e dispositivos de automação residencial, permitindo uma redução significativa no consumo de energia, contribuindo para a construção de cidades mais sustentáveis e com menor pegada de carbono. Além disso, também podem ajudar na popularização de tecnologias para produção de energia limpa/verde (energia solar, eólica, biomassa, dentre outras), e assim contribuir para menor dependência de combustíveis fósseis. Outra forma é através

da promoção da mobilidade sustentável, onde as casas inteligentes podem ajudar a reduzir o uso de automóveis movidos a combustíveis fósseis, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa e melhorando a qualidade do ar nas cidades. De igual modo, as casas inteligentes também podem ajudar na popularização de tecnologias de gerenciamento sustentável de resíduos e utilização de sistemas de irrigação inteligentes para ajudar a reduzir o consumo de água em áreas urbanas.

Além disso, a pesquisa também mostrou que tanto as cidades sustentáveis inteligentes, quanto as casas inteligentes, possuem impacto direto no alcance de vários dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, dentre os quais o ODS 11, que tem como objetivo conceber cidades com inclusão social, segurança e resiliência. Ademais, as casas inteligentes são peças-chave no processo para permitir a integração entre os cidadãos e a tecnologia para a promoção de uma cultura de sustentabilidade.

Por fim, conclui-se que as casas inteligentes são fundamentais para a construção de cidades sustentáveis inteligentes, bem como a promoção de uma economia verde. A aplicação de tecnologias avançadas e a integração dessas casas em cidades inteligentes podem trazer inúmeros benefícios para a redução do consumo de recursos e a promoção de um desenvolvimento urbano sustentável. O alcance dos ODS da ONU é uma meta fundamental para o futuro da humanidade, e a popularização das casas inteligentes sustentáveis, bem como sua integração com a cidade, é um passo importante para alcançá-lo.

Com base em todo o estudo realizado, sugere-se que em estudos futuros sejam abordados, em complemento ao presente, os seguintes aspectos:

- a. Análise comparativa dos diferentes modelos e aplicações de casas inteligentes e sustentáveis em contextos urbanos adversos, tendo em vista a necessidade de entender tecnologias e soluções arquitetônicas que podem ser aplicadas em diferentes cidades, e diferentes realidades econômicas na própria cidade, considerando suas particularidades e desafios.
- b. Análise de modelos de negócio sustentáveis para casas inteligentes, com foco em explorar os modelos existentes que possam contribuir para a promoção da sustentabilidade ambiental e econômica, tais como a geração de energia renovável em casa, retroalimentação de energia na rede elétrica, entre outros.
- c. Análise da existência e progressão de políticas públicas de incentivo à construção de casas e edificações inteligentes e sustentáveis. É conhecida a existência de algumas iniciativas como o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) verde, mas faz-se necessário aclarar um panorama maior da existência dessas políticas.
- d. Análise investigativa dos aspectos negativos associados ao fomento de casas inteligentes e cidades sustentáveis, com foco na identificação dos desafios e na proposição de soluções para minimizar esses impactos. O estudo pode abor-

dar questões como o consumo excessivo de energia, a gestão inadequada de resíduos, os possíveis efeitos sociais e econômicos adversos, bem como os problemas de privacidade e segurança.

Essas sugestões de pesquisa podem contribuir para o avanço do conhecimento em relação ao tema das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis, possibilitando a melhoria na qualidade de vida das pessoas, preservação do meio ambiente e desenvolvimento de práticas de gestão eficientes.

REFERÊNCIAS

ABDALA, L.N., SCHREINER, T., COSTA, E.M., & SANTOS, N.D. (2014). **Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis?: Uma revisão sistemática de literatura.** *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, 3, 98-120.

ALDRICH, F. **Smart Homes: Past, Present and Future.** 2003. In: HARPER, R. (Ed.). *Inside the Smart Home.* Springer Verlag, London Limited, p.17-36, UK, 2003.

ARAUJO, E. J. **Planejamento urbano integrado como preceito do desenvolvimento sustentável das cidades.** (2021). Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/92152/planejamento-urbano-integrado-como-preceito-do-desenvolvimento-sustentavel-das-cidades>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C. **Mudança do Clima no Brasil.** 2022. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. *Agricultura e Mudanças do Clima no Estado do Tocantins: Vulnerabilidade, Projeções e Desenvolvimento.* Palmas, TO: Editora Universitária – EdUFT, 2022. 438p.

Banco Interamericano de Desenvolvimento e Ministério do Desenvolvimento Regional. **Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/CRTtransioZeroEmissosemconsideraes.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

BARRETO, V. R.; ANDRADE, D. DE C. M. **Cidades inteligentes: uma ferramenta para o desenvolvimento urbano humano e sustentável.** *Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*, 14 páginas, 2022.

BERMUDEZ, T.; CONSONI, F. **As cidades como líderes dos processos de transição para uma mobilidade de baixo-carbono: o caso dos ônibus de baixa-emissão em São Paulo, Brasil.** Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/21/anais/arquivos/341.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BOLZANI, Caio Augustus Morais. **Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes.** 155 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRAGA, L. C. **Estudo de Aspectos de Eficiência Energética de Edificações com uma Abordagem de Automação Predial.** Disponível em: <https://www.ppgee.ufmg.br/documentos/Defesas/713/Dissert_Laura_revisada_final.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 976, de 19 de março de 2021. Institui a Política Nacional de Cidades Inteligentes (PNCI).** Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/propostaslegislativas/2274449/>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

BRASIL. (2021a). **Brasil se compromete a reduzir emissões de Carbono em 50%, até 2030**. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/novembro/brasil-se-compromete-a-reduzir-emissoes-de-carbono-em-50-ate-2030#:~:text=A%20expectativa%20do%20governo%20brasileiro,o%20ministro%20do%20Meio%20Ambiente.>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. (2021b) **Governo Federal cria programa para incentivar investimentos em preservação e economia sustentável**. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/outubro/governo-federal-cria-programa-para-incentivar-investimento-em-preservacao-e-economia-sustentavel>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

CARMO, M. F. DO. **Estratégias de marketing digital: análise dos impactos de tráfego pago no volume de vendas de infoprodutos - um estudo do caso**. 2021. 53 f. Monografia (Graduação em Administração) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto. Mariana, 2021.

CARNEVALI, M.; ALCANTARA, A. C. **Cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana. Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 19, p. 1-16, 2020.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Economia Verde para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: CGEE, 2012. 228p.

CETIC. **TIC Domicílios**. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2021/domicilios/A4/>> Acessado em: 07 de dez. 2022. DARGIE, W.; POELLABAUER, C. **Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice**. John Wiley and Sons, 2010.

DEBONI, M.; ALVAREZ, C. E.; BISSOLI, M. **Automação sustentável: uma nova visão do emprego de tecnologias na construção civil**. Disponível em: <https://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/Artigo_ELECS_2011.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

ERICSSON CONSUMERLAB. (2019). **10 hot consumer trends 2030**. Disponível em: <<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/consumerlab/reports/10-hot-consumer-trends-2030>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FALCONER, Gordon; MITCHELL, Shane. **Smart city framework. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)**, v. 12, n. 9, p. 2-10, 2012.

FERREIRA, A. C. L. D.; COELHO, T. R. . **A participação cidadã na perspectiva de uma cidade inteligente: um estudo de caso sobre a plataforma “Fala Curitiba”**. Revista Informação na Sociedade Contemporânea, [S. l.], v. 5, p. e23424, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/informacao/article/view/23424>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FERREIRA, M. S. **Economia sustentável: caminho para eficiência e inovação econômica**. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/28992/1/tcc%20com%20fixa.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FIA BUSINESS SCHOOL. **Cidades sustentáveis: o que são, características + Exemplos**. 2020. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/cidades-sustentaveis/>>. Acesso em: 1 abr. 2023. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV EUROPE. **O Caminho para Cidades Inteligentes no Brasil: O Papel da Infraestrutura de Conectividade**. 2022. Disponível em: <https://fgveurope.fgv.br/sites/fgveurope.fgv.br/files/downloads/20220329_framework_smart_cities-_medium.pdf>. Acesso em: 01/05/2023.

FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA (WWF). **Saiba mais sobre Mudanças Climáticas**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/>. Acesso em: 28 mai. 2023.

GLOBAL MARKET INSIGHTS. **Smart Home Market Size, 2021 – 2027**. 2021. Disponível em: <<https://www.gminsights.com/industry-analysis/smart-home-market>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GOMES, L. B. G. **Estratégia de carregamento de veículos elétricos aplicado em uma rede inteligente**. Instituto Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2019.

GRAUPMANN, O.; GRAUPMANN, S. H. **Construção usando tecnologia: casas inteligentes. Uniu em Revista**, v. 16, n. 1, 2017.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD)**. 2019. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/21130-domicilios-brasileiros.html#:~:text=Em%202019%2C%20quase%20que%20a,se%20dava%20em%20te mpo%20integral>>. Acesso em: 07 de dez. 2022.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. 2022. Disponível em: <https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf>. Acesso em: 01/05/2023.

IRENA - International Renewable Energy Agency. **Global landscape of renewable energy finance**. 2023. Abu Dhabi. Disponível em: <<https://www.irena.org/Publications/2023/Feb/Global-landscape-of-renewable-energy-finance-2023>>. Acesso em : 21 abr. 2023.

ITU - International Telecommunication Union. **Internet of Things Global Standards Initiative**. 2015. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

LIMA, I. et al. **Implementação de um sistema para auxílio na coleta dos resíduos sólidos urbanos**. 2022. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/encompif/article/download/20438/20266/>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LUIZ, Vitor Ferreira. **Automação residencial**, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/31758>>. Acesso em: 04 Abr. 2023.

LUTOLF, R. **Smart home concept and the integration of energy meters into a home based system**. Seventh international conference on metering apparatus and tariffs for electricity supply 1992. IET, 1992. p. 277-278.

MARENGO, J.; SCARANO, F. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Disponível em: <https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/06/Relatorio_DOIS_v1_04.06.17.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MARKETSANDMARKETS. **Smart Home Market - Global Forecast to 2026**. 2021. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-homes-and-assisted-living-advanced-technologie-and-global-market-121.html>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

MARTINEZ, C. E. P, NUÑES, L. C. C, PAULA, Nilton L. S. **Cidades inteligentes: desenvolvimento de informativo**, 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Informática para Negócios) - Faculdade de Tecnologia Adib Moisés Dib, São Bernardo do Campo, 2021.

MARTINS, F.; ALMEIDA, M. F. L.; CALILI, R. F. **Projetos de Casas Inteligentes e Design Thinking: Geração e Seleção de Concepções Baseadas em Soluções Tecnológicas Inovadoras**. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro - Puc-Rio. 2017.

MAULEN, I. at al. **ODS 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS** (2019). Disponível em: <<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/5-cidades-sustentaveis.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

MELO, K. B. **Planejamento energético de cidades inteligentes: perspectivas para a regulação setorial da eficiência energética**. 2021. 81f. Monografia (Graduação em Direito) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

MENKES, M. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE**, 295 p., (Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Doutor, Desenvolvimento Sustentável, 2004).

Ministério de Minas e Energia. **Digitalização e Eficiência Energética no Setor de Edificações no Brasil**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-realiza-lancamento-de-estudo-voltado-para-o-setor-de-edificacoes/relatorio-final-diagramado-v4b.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MIZUSAKI, L. E. P. **Comparação de mecanismos de comunicação para a casa inteligente**. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25607>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MOREIRA, L. F. **Iniciativas de projetos para cidade inteligente baseada em tecnologia da informação e comunicação: práticas em áreas urbanas sob o prisma da sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado) - Universidade De Caxias Do Sul, 2020.

MOUCO, I. M.; SANTOS, R. M.; NETO, N. F. **A contribuição do design para a sustentabilidade urbana**. Livro Desafios para a sustentabilidade urbana nas cidades brasileiras. Editora Inovar. 2021. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/642878/3/LIVRO%20DESAFIOS%20PARA%20A%20SUSTENTABILIDADE%20URBANA%20NAS%20CIDADES%20BRASILEIRAS.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2023.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H.. **Capítulo I Automação residencial: histórico, definições e conceitos**. O Setor elétrico, 2011. Disponível em: <https://news.voltlink.co.uk/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/04_automacao_residencial1.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2022.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs#:~:text=Os%20Objetivos%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%20s%C3%A3o%20um%20apelo%20global%20C3%A0,de%20paz%20e%20de%20prosperidade>>. Acesso em: 03/05/2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sustainable Development Goal 11: Cidades e comunidades sustentáveis** | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

NAKANO, K. **A busca por cidade justa, democrática e sustentável na metrópole de São Paulo**. Disponível em: <<https://polis.org.br/wp-content/uploads/2014/10/540.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

NASCIMENTO, D. R.; FETTERMANN, D. de C. **O efeito da consciência ambiental na intenção de uso de smart homes.** *Revista Produção Online*, v. 20, n. 2, p. 575–597, 2020. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/4011>>. Acesso em: 4 abr. 2023. National Geographic Brasil. **Cidades inteligentes, sustentáveis e verdes: o que elas significam e quais suas diferenças?** Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/10/cidades-inteligentes-sustentaveis-e-verdes-o-que-elas-significam-e-quais-suas-diferencas>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

NIC.BR. **Tecnologias de Informação e Comunicação na gestão urbana: desafios para a medição de cidades inteligentes.** Disponível em: <<https://www.nic.br/publicacao/tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-na-gestao-urbana-desafios-para-a-medicao-de-cidades-inteligentes/>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

OLIVEIRA, T. F.; LOIOLA, R. F.; OLIVEIRA, H. M. **benefícios e dificuldades obtidos na construção de casas inteligentes frente às casas convencionais.** 2021. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3991/1/Thaynara%20Oliveira%20e%20Rafael%20Loiola.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

ONU. **Sustainable Development Goal 11: Cidades e comunidades sustentáveis (2015)** | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

_____. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 08/03/2024.

PANAZZOLO, A.; MOREIRA, L. F.; MUKENDI, J. T. **Um Olhar Sobre a Internet das Coisas em Cidades Inteligentes: Uma Pesquisa Bibliométrica dos Anos de 1999 a 2019.** *Revista Estudo & Debate*, v. 27, 2020. Disponível em: <<http://www.meep.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/2305/1640>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

PINTO, E. D. C. C. **O papel das casas inteligentes na construção de cidades sustentáveis: um estudo exploratório.** Orientador (a): Prof. Dr. André Luis Rocha de Souza. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador-BA, 2023.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Rumo a uma Economia Verde: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão.** 2011. Disponível em: <www.unep.org/greeneconomy>. Acesso em: 11 abr. 2023.

PRIANTE, J. **Projeto de Lei 976/2021:** Política Nacional de Cidades Inteligentes (PNCI). Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2274449>>. Acesso em: 01/05/2023.

REBOUÇAS, E. **Análise do Mercado de Casas Inteligentes no Brasil: Uma Pesquisa Exploratória por meio de Surveys,** 2020. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/1099/1/TCCP_GETEC_Eduardo%20Pimintel%20Rebou%C3%A7as.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

REIS, G. S. H. **Alternativas da Arquitetura e Construção Sustentáveis.** Mossoró. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6427/1/GabrielSHR_MONO.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

REIS, M. F., ANDRADE, P. T., SANTOS, M.; LIMA, A. R.; PAIXÃO, A. C. **Smart Cities: Como o Conceito de Cidades Inteligente pode Melhorar a Mobilidade Urbana na Cidade do Rio de Janeiro**. XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - Publicação Online, Volume 3, 2020, Pages 2675-2690

RICARDO JUNIOR, O. **Sistema de monitoramento residencial baseado em Internet das Coisas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Londrina, 2017.

ROCHA, G. N. **Protótipo de Monitoramento Inteligente de Iniciativas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis em Grandes Geradores**. Monografia - Instituto Federal do Espírito Santo, 2018.

ROSA, J.; SILVA, G.; DALBEN, D.; PEDROZO, É. P.; ENDERLE, T. P. **Cidades inteligentes: conceitos, desafios de implantação e principais modelos utilizados no cenário atual**. Salão do Conhecimento, v. 6, n. 6, 2020. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/18218>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C., FONSECA, S. T. **Prática baseada em evidência: buscando informação para fundamentar a prática clínica do fisioterapeuta e do terapeuta ocupacional**. *Rev. Bras. Fisioter.* n. 6(3), p. 113-118. 2002.

SANTANA, E., MIGLIARI, L., ANDREOTTI, L. GARDINGO, M., CHITAN, M., CHIBA, V. **Internet of Things: estudo de uma casa inteligente e aplicação da teoria no desenvolvimento de um ar condicionado inteligente**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6303381/mod_folder/content/0/PlanoDeTrabalho_SeminariosEF%20G5.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SANTOS, A. S. S. **Diretrizes para implantação de sistemas de infraestrutura verde em meio urbano: estudo de caso da cidade de Ribeirão Preto SP**. 2014. Universidade Federal de São Carlos, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4389>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

SARAIVA, P. P. et al. **O uso de tecnologias como estratégia na construção de cidades mais inteligentes e sustentáveis**. *Gestão e Regionalidade*, v. 35, n. 105, p. 184–199, 2019. Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS.

SEVERINO, V.; VASCONCELOS, D.; ANDRADE, R. **Monitoramento Inteligente de Consumo Energético em Ambiente Residencial utilizando IoT**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA (SBCUP), 12., 2020, Cuiabá. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 31-40.

SILVA, C. et al. **Uso da tecnologia Internet das coisas para gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18956/1/ATCCIN_Upload_Rep%20osit%C3%B3rio.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SOLZA, D. S., SANTOS, D. A., & SOUZA, L. E. (2021). **Automação Residencial Baseada em IoT para Acessibilidade de Pessoas com Deficiência**. In Anais do V Congresso Brasileiro de Sistemas Inteligentes (pp. 465-474).

SOUZA, E. DE. **Sustentabilidade e desenvolvimento cidades inteligentes**. Disponível em: <<https://portal.connectedsmartcities.com.br/2021/05/28/por-que-a-sustentabilidade-e-importante-para-o-desenvolvimento-de-cidades-inteligentes/>>. Acesso em: 28 maio. 2023.

SÔNEGO, A. A.; MARCELINO, R.; GRUBER, V. **A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura. AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 5, n. 2, p. 80–90, 2016.

SOVACOOOL, Benjamin K.; DEL RIO, Dylan D. Furszyfer. **Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 120, p. 109663, 2020.

STATISTA. About us – the company behind the successful product. Disponível em: <<https://www.statista.com/aboutus/>>. Acesso em: 19 apr. 2023.

_____. **Smart Home Brazil - Statista Market Forecast**. Disponível em: <<https://www.statista.com/outlook/dmo/smart-home/brazil>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

_____. **Smart home market revenue worldwide from 2016 to 2023. 2022**. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/646025/smart-home-market-size-worldwide/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

TEZA, V. R. **Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial - Domótica**. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) - UFSC, Florianópolis-SC, 2002.

UNEP. **2022: meio ambiente em modo de emergência. Disponível em:** <<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/2022-meio-ambiente-em-modo-de-emergencia>>. Acesso em: 4 abr. 2023.

UNEP. **Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want**. Disponível em: <<https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

_____. **Sobre a economia verde**. Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/explore-topics/green-economy/about-economia-verde>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

URBAN SYSTEMS. **Ranking connected smart cities**. Disponível em: <<https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>>. Acesso em: 14 apr. 2023.

VIANNA, G. P. (2018) DOMÓTICA: **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM BAIXO CUSTO UTILIZANDO O ARDUINO**. Disponível em: <<https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/8873f-vianna,-g.-p.-domotica-automacao-residencial-com-baixo-custo-utilizando-o-arduino.-tcc,-2018.-pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2023

ZAMBON, A. et al. **O uso sustentável da energia na construção civil**. Disponível em: <<https://revistas.faro.edu.br/FAROCIENCIA/article/download/165/ENG007/>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

EGERIA NAJAS PLANCHON (HYDROCHARITACEAE) E O BALANÇO PARCIAL DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM UM RESERVATÓRIO TROPICAL NO SUDESTE DO BRASIL

Data de submissão: 23/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Sofia Luiza Brito

Universidade do Estado de Minas Gerais -
UEMG Ibirité
Belo Horizonte - MG
<https://orcid.org/0000-0001-7611-8871>
<http://lattes.cnpq.br/7971536190458140>

Cristiane Machado de López

P&D 486 - Cemig/Hidroex
Belo Horizonte, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3777184486712636>

Cláudia Kazumi Fujita

Instituto de Química - UNESP Araraquara
Araraquara, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7932597932972882>

Fernanda Cássia Guidastre

Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais - UEMG Frutal
Frutal, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4395155174183783>

Marília Assunção Mendonça

Programa de Pós-Graduação em
Microbiologia Agropecuária - UNESP
Jaboticabal
Frutal, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2205389947615971>

Marcelo de Ávila Chaves

Universidade FUMEC
Belo Horizonte, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3143133360344462>

Magda Karla Barcelos Greco

Fio D'Água Consultoria Ambiental
Belo Horizonte, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3900498216172819>

Maria Margarida Granate Sá e Melo Marques

Econsult Estudos Ambientais
Guarujá, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2148797071300094>

Marcela David de Carvalho

Cemig GT
Belo Horizonte, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0192804607036048>

RESUMO: A espécie com maior distribuição no reservatório de Volta Grande (MG/SP) é *Egeria najas*, a qual exerce influência na dinâmica de nitrogênio e fósforo. Para avaliar esta influência foi realizada uma interpolação determinística das concentrações de nitrogênio e fósforo totais para os períodos de seca e chuva, bem como determinado o teor de tais nutrientes na coluna d'água, em *E. najas* e no sedimento. Com a série temporal também foi possível calcular o balanço de massa parcial de nitrogênio e fósforo totais para o reservatório de Volta Grande no período

estudado. As concentrações médias de nitrogênio total foram maiores no período de chuva (388,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$) do que na seca (174,26 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Por outro lado, as concentrações médias de fósforo total foram maiores no período de seca (17,03 $\mu\text{g.L}^{-1}$) do que na chuva (9,15 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Maiores teores médios de nitrogênio total foram observados em *E. najas* (32,1 ppm), enquanto os teores de fósforo foram maiores no sedimento (29,8 ppm). No período de estudo (julho/2013 a maio/2015) o reservatório de Volta Grande acumulou 3.690,35 toneladas de nitrogênio e 150,06 toneladas de fósforo. Apesar acúmulo de nutrientes, a região lacustre do reservatório de Volta Grande ainda mantém baixas concentrações de fósforo e nitrogênio total, devido provavelmente à sedimentação e a incorporação por *Egeria najas*, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: macrófita, nutrientes, vazão, eutrofização

EGERIA NAJAS PLANCHON (HYDROCHARITACEAE) AND THE NITROGEN AND PHOSPHORUS PARTIAL BALANCE IN A TROPICAL RESERVOIR IN SOUTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: The species with largest distribution in Volta Grande Reservoir (MG/SP, Brazil) is *Egeria najas*, which influences the dynamics of nitrogen and phosphorus. To assess this influence, a deterministic interpolation of concentrations of total nitrogen and phosphorus was performed for dry and rainy seasons, as well as the content of such nutrients in water column, *E. najas* and sediment. With time series it was also possible to calculate the partial mass balance of total nitrogen and phosphorus for Volta Grande Reservoir in the studied period. Mean concentrations of total nitrogen were higher in rainy season (388.9 $\mu\text{g.L}^{-1}$) than in dry season (174.26 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Otherwise, mean concentrations of total phosphorus were higher in dry season (17.03 $\mu\text{g.L}^{-1}$) than in rainy season (9.15 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Higher mean contents of total nitrogen were observed in *E. najas* (32.1 ppm), while phosphorus contents were higher in sediment (29.8 ppm). During the study period (July/2013 to May/2015) Volta Grande Reservoir retained 3,690.35 tons of nitrogen and 150.06 tons of phosphorus. Despite the accumulation of nutrients, the lacustrine region of Volta Grande Reservoir still maintains low concentrations of total phosphorus and nitrogen, probably due to sedimentation and incorporation by *Egeria najas*, respectively.

KEYWORDS: macrophyte, nutrients, flow, eutrophication

INTRODUÇÃO

Os gradientes longitudinais, físicos, químicos e biológicos de um reservatório resultam da influência hidrodinâmica e morfológica da bacia. Se a maior fonte externa de nutrientes é um único e grande rio, a dinâmica do fluxo atua modificando a qualidade da água ao longo de um contínuo de tempo e distância, em que a concentração de fósforo apresenta um padrão geral de diminuição, a partir da montante em direção à barragem. Os padrões longitudinais são mais conspícuos em reservatórios com taxas constantes de sedimentação e com um fluxo não dispersivo. Entretanto, se o reservatório recebe fluxo de nutrientes de vários pontos, os padrões espaço-temporais tornam-se mais complexos (Ford, 1990).

O crescente aporte de fósforo a um corpo d'água geralmente acarreta desequilíbrio ambiental, podendo gerar um aumento da produção primária ocasionando a eutrofização. As fontes antrópicas de fósforo podem ser de origem difusa (agricultura) ou pontual (efluentes urbanos ou industriais) (Esteves, 2011). A eutrofização implica na diminuição da qualidade da água, sendo observado o crescimento excessivo de alguns grupos de organismos em detrimento de outros. Em ambientes eutrofizados é comum observar florações de cianobactérias, crescimento acentuado de macrófitas e mudanças na composição do zooplâncton e dos organismos bentônicos (Hutchinson, 1975; Gibson *et al.* 1996; Pinto-Coelho, 1998).

A eutrofização em rios tende a ser menos crítica que nos corpos d'água lênticos, porque as cargas de nutrientes são rapidamente removidas, uma vez que o percentual de água recebido ou renovado, em função do volume existente na calha, é muito maior quando comparado com os lagos (Neiff, 1996). Por outro lado, os reservatórios artificiais mostram taxas muito mais elevadas de eutrofização que os lagos naturais (Stiling, 1996).

A qualidade da água e a produtividade de um reservatório são controladas pela quantidade e qualidade da carga externa e interna de nutrientes. A natureza das entradas externas de nutrientes reflete, por sua vez, o clima da região, a morfologia do reservatório, o tipo de solo e o uso e ocupação da bacia (Kennedy & Walker, 1990).

A determinação da retenção e da exportação de nutrientes em reservatórios tornou-se necessária para prever e monitorar o processo de eutrofização e propor estratégias de manejo para os mesmos (Carney *et al.*, 1993; Yong *et al.*, 1996). Essa determinação baseia-se, sobretudo, nas estimativas dos aportes de nutrientes pelos tributários e da saída de nutrientes do reservatório, via vazão. Outros fatores também alteram esse balanço, como por exemplo, as cargas devidas à precipitação, o tipo e uso do solo da bacia hidrográfica em que se situa o corpo d'água estudado (Krug, 1993; Svendsen & Krovang, 1993). Os processos bióticos e abióticos dentro do reservatório também influenciam a dinâmica dos nutrientes, já que eles podem ser rapidamente assimilados pelos organismos ou sedimentar-se e tornarem-se, temporariamente, ou não, indisponíveis à biota (Straskraba *et al.*, 1995).

No reservatório de Volta Grande (MG/SP, Brasil) a espécie com maior distribuição registrada foi a macrófita submersa *Egeria najas*. Pertence à família Hydrocharitaceae, nativa da América do Sul (Amaral *et al.*, 2008, Pott & Pott, 2000), é uma das espécies que causam prejuízos na geração de energia hidrelétrica (Bini & Thomaz, 2005), sendo aquela porém, com menos estudos ecológicos dentro de seu gênero, especialmente nos habitats onde é nativa (Sousa *et al.*, 2009).

A hipótese deste trabalho é que a macrófita *Egeria najas* afeta a dinâmica de nitrogênio e fósforo no reservatório de Volta Grande (MG/SP) tornando estes dois nutrientes pouco disponíveis na coluna d'água e retardando, de certa forma, o processo de eutrofização. Para tanto, avaliou-se os gradientes longitudinais no entendimento do processo de eutrofização, teores de nitrogênio e fósforo em *E. najas* e no sedimentos, bem como o balanço parcial de massa destes dois nutrientes no reservatório.

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Volta Grande (Figura 1) situa-se na divisa dos Estados de Minas Gerais (MG) e São Paulo (SP), no baixo do Rio Grande, considerado um reservatório de médio porte, com área inundada de 222 km² e volume de 22,44 x 10⁹ m³ (CEMIG, 2017). A principal característica hidrológica desse corpo de água é seu baixo tempo de residência (2,48 dias). O lago foi formado em 1974 e em sua bacia (7.305 km²) vivem aproximadamente 345.000 habitantes sendo a maioria deles (330.000) em áreas urbanas. A despeito dessa alta concentração urbana, a atividade agrícola existente na bacia é muito intensa ocupando sempre percentuais acima de 50% da área total dos municípios (IBGE, 2016). A pluviosidade média anual da região atinge 1598,0 mm, com temperaturas médias variando entre 19°C (seca) e 23°C (chuva) (SOUSA et al., 2009).

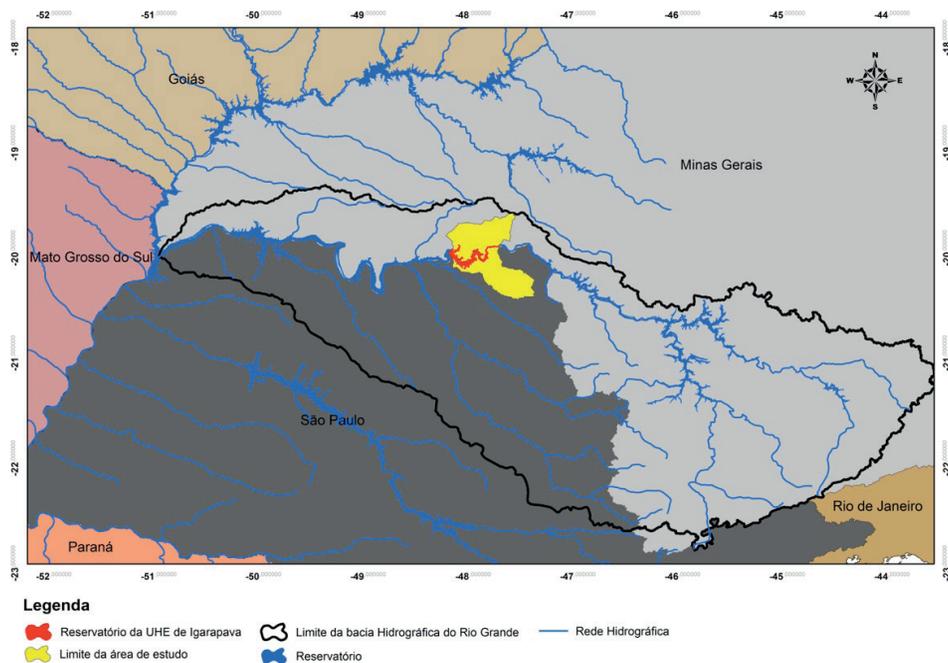


Figura 1 – Reservatório de Volta Grande (em vermelho) e sua área de contribuição direta (em amarelo), na bacia do Rio Grande entre os estados de MG e SP, Brasil.

Fonte: IGTEC (2015).

O reservatório de Volta Grande é caracterizado por águas bem oxigenadas (média de 7,9 mg.L⁻¹) e pH próximo de neutro; a temperatura média da água varia entre 23,9°C na estação seca a 27,7°C na chuvosa. A transparência apresentou aumento na profundidade do disco de Secchi, da região de transição (média de 2,93 metros) para a região limnética

(média de 7,07 metros). Os valores médios de condutividade eléctrica ($45 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), turbidez (1,4 NTU) e sólidos totais dissolvidos ($29 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e o alto potencial redox (223 mV) corroboram este aumento da transparência. Os valores médios de clorofila-a ($0,63 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foram baixos, indicando boa qualidade da água. Contudo, o número de coliformes totais ($\text{NMP } 1222 \text{cél}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ reflete o impacto da presença humana no entorno do reservatório (Brito et al., 2018).

Os principais problemas ambientais observados no reservatório de Volta Grande são a escassa ocorrência de vegetação ciliar, o aporte difuso de adubos e defensivos provenientes das atividades agrícolas no entorno, como o da cana-de-açúcar, a presença de gado nas margens e consumo de água pelas culturas irrigadas por pivô (milho e feijão), presentes de forma mais intensa nos trechos médio e inferior. As fontes de poluição pontuais ocorrem principalmente pela proximidade de áreas urbanas (esgoto doméstico e resíduos sólidos). No trecho superior, existe um pólo industrial com 14 indústrias, sendo metade delas de fertilizantes, o que provoca contaminação por intermédio da drenagem de superfície; atividades como a dragagem de areia foi também verificada a causar a ressuspensão de sólidos e nutrientes. Outro impacto relevante foi a introdução de espécies exóticas de peixes (*Oreochromis niloticus*, *Ictalurus punctatus*, *Clarias gariepinus*) e moluscos (*Limnoperna fortunei*, *Corbicula* sp., *Melanooides tuberculatus*, *Physa* sp. e *Biomphalaria straminea*) comprometendo a biodiversidade no reservatório.

O reservatório possui uma macroflora aquática diversificada, sendo registrados 18 táxons de macrófitas aquáticas pertencentes a 15 famílias (P&D 486, 2016). Algumas espécies registradas são de ampla distribuição em reservatórios das regiões tropicais e subtropicais como por exemplo: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Typha domingensis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Bacopa verticillata*, *Hedychium coronarium*. O predomínio de *Egeria najas*, se dá especialmente em locais de pequena profundidade onde a incidência de luz permite o amplo crescimento da espécie. Também foram observados bancos da planta em grande parte da região de transição do reservatório, especialmente as áreas de foz de rios e riachos (P&D 486, 2016). A espécie flutuante *Eichhornia crassipes*, apesar de acumular mais biomassa por área, tem sua distribuição restrita a áreas com menor influência de ventos e ondas nos remansos e braços do reservatório.

METODOLOGIA

A rede de amostragem na área de influência do reservatório de Volta Grande foi composta pelos transectos 1 a 5, cada um abrangendo três pontos de coleta: calha central (A), margem direita (B) e margem esquerda (C). A localização de cada transecto foi determinada pelas principais bacias de contribuição lateral e sua influência no reservatório (Figura 1). Dois transectos estão localizados na região limnética: 1 - próximo à barragem e 2 - próximo ao município de Miguelópolis. Dois transectos na região de transição: 3 - área

de atividade agrícola mais intensa e 4 – sob influência do Rio do Carmo, maior bacia de contribuição do reservatório. O transecto 5 encontra-se na região lótica, trecho superior do reservatório, à jusante do distrito industrial de Uberaba. Além destes 5 transectos, três pontos de referência foram amostrados para dar subsídio aos cálculos do balanço de massa de nitrogênio e fósforo: ponto M – à montante, no trecho lótico do Rio Grande, ponto A – no córrego Água Comprida (receptor dos efluentes tratados da cidade de Uberaba) e ponto J – demarcado à jusante da barragem (figura 2).



Figura 2 – Pontos amostrais no reservatório de Volta Grande, entre MG e SP, Brasil.

Fonte: IGTEC (2015).

A série temporal do projeto englobou dados de oito coletas: julho/2013, outubro/2013, janeiro/2014, maio/2014, julho/2014, novembro/2014, janeiro/2015 e maio/2015. Em todas as coletas foram retiradas amostras para análise de parâmetros físicos, químicos da água e das comunidades planctônica e bentônica (Brito et al., 2018).

Todas as amostras de água para determinação de nitrogênio total e fósforo total foram coletadas na subsuperfície diretamente nos frascos que foram acondicionados e resfriados. As análises foram realizadas, seguindo as recomendações especificadas no Standard Methods of Water and Wastewater cujos códigos das análises são os seguintes: Nitrogênio Total: Method- 4500- P. B e Method- 4500-N.C; Fósforo Total: Method- 4500- P. B e Method - 4500- P .E (APHA, 2012).

Interpolação Determinística de Nitrogênio e Fósforo Totais

Para a interpolação determinística, além dos pontos da rede amostral rotineira (18 pontos), foram acrescentados 28 pontos de amostragem (N1 a N28) sendo que nestes as coletas foram realizadas em julho/2014 e janeiro/2015, representativos dos períodos de seca e chuva, respectivamente. Desta forma, foram amostrados 46 pontos no reservatório de Volta Grande (Figura 1), a representar um amplo conjunto de dados que permitiu a interpolação criando uma superfície contínua para as concentrações de nitrogênio e fósforo total. Dentro deste conjunto de dados, os valores de concentração de nitrogênio e fósforo dos pontos a montante e a jusante no reservatório de Volta Grande foram adotados também para o cálculo de balanço de massa.

Para a criação da superfície contínua utilizou-se o interpolador IDW (Inverse Distance Weighted) utiliza o modelo estatístico denominado Inverso das Distâncias. O modelo baseia-se na dependência espacial, isto é, supõe que quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores. Dessa forma atribui maior peso para as amostras mais próximas do que para as amostras mais distantes do ponto a ser interpolado (ArcGIS, 2015).

Determinação do Teor de Nitrogênio e Fósforo Totais na Macrófita *Egeria najas* e no Sedimento

Na coleta do mês de maio/2015, em três pontos da rede amostral rotineira, situados nos trechos superior, médio e inferior (4A, 2B e 1B, respectivamente) foram coletadas amostras de *E. najas*, sedimento e água superficial para análise de nitrogênio e fósforo totais. Estes pontos foram selecionados devido à presença de extensos bancos de *E. najas* detectados durante o projeto. A macrófita foi coletada por meio de gancho e suavemente lavada para remoção de sedimento, perifíton ou macroinvertebrados bentônicos aderidos à planta. Em seguida as amostras da macrófita foram acondicionada em saco plástico com um pouco de água do próprio local. As amostras de sedimento foram coletadas com draga do tipo Eckman com 225 cm² de área. As amostras de macrófita e sedimento foram coletadas em réplicas. Para a determinação de nitrogênio e fósforo totais na água superficial, as réplicas foram coletadas na subsuperfície diretamente nos frascos de polietileno.

Em laboratório, as amostras de macrófita foram limpas através de sucessivas lavagens, enxaguadas com água corrente, sendo mais uma vez verificada se havia a presença de perifíton, sedimento ou organismos associados. As plantas foram acondicionadas em bandejas e secas em estufa com circulação de ar forçado a 60°C por 48 horas. As amostras de sedimento foram acondicionadas e secas, a temperatura ambiente, e peneiradas em malha de 250 mm.

As amostras de água superficial foram analisadas nos laboratórios da UNESCO-HidroEX, segundo as recomendações especificadas no Standard Methods of Water and

Wastewater (APHA, 2012). As amostras de macrófita e sedimento foram analisadas no laboratório de Química Analítica, UNESP - Araraquara (SP). As amostras foram digeridas em meio ácido, para oxidação de todos os compostos orgânicos e levadas a mufla, onde foram queimadas a 500°C, por 3 horas. Para a determinação de nitrogênio total, as amostras foram digeridas com persulfato de potássio convertendo o nitrogênio orgânico em nitrito. Após a digestão, a concentração de nitrito foi determinada, adaptando-se a metodologia descrita por Ebina *et al.* (1983) e modificado por Belini (2007). O método adotado para a análise de fósforo foi adaptado do proposto por Eisenrich *et.al* (1975) e modificado por Belini (2007).

Balanço de Massa Parcial de Nitrogênio e Fósforo Totais

A partir da série temporal foram determinadas as cargas parciais aportadas e exportadas de fósforo total e nitrogênio total pelo reservatório de Volta Grande. Foram utilizadas as variações temporais das vazões afluentes (ponto M - rio Grande) e defluentes (ponto J - jusante), no período de julho/2013 a maio/2015 (Cemig, 2015). Para determinar o aporte mensal de nutrientes utilizaram-se as vazões mensais multiplicadas pelas concentrações de nutrientes de cada ponto analisado. Os dados foram expressos em toneladas por mês. O balanço de massa temporal de nutrientes foi determinado pelas diferenças de importação e exportação dos nutrientes (Greco, 2002).

RESULTADOS

Distribuição de *Egeria najas* no Reservatório de Volta Grande

Durante as coletas, em todos os pontos amostrados bem como ao longo de todo o reservatório foi registrada a presença/ausência de *Egeria najas* (figura 3). Desta forma, foi possível confirmar o predomínio desta macrófita no reservatório de Volta Grande, constatando-se sua presença desde a área fluvial até em remanços da região limnética.

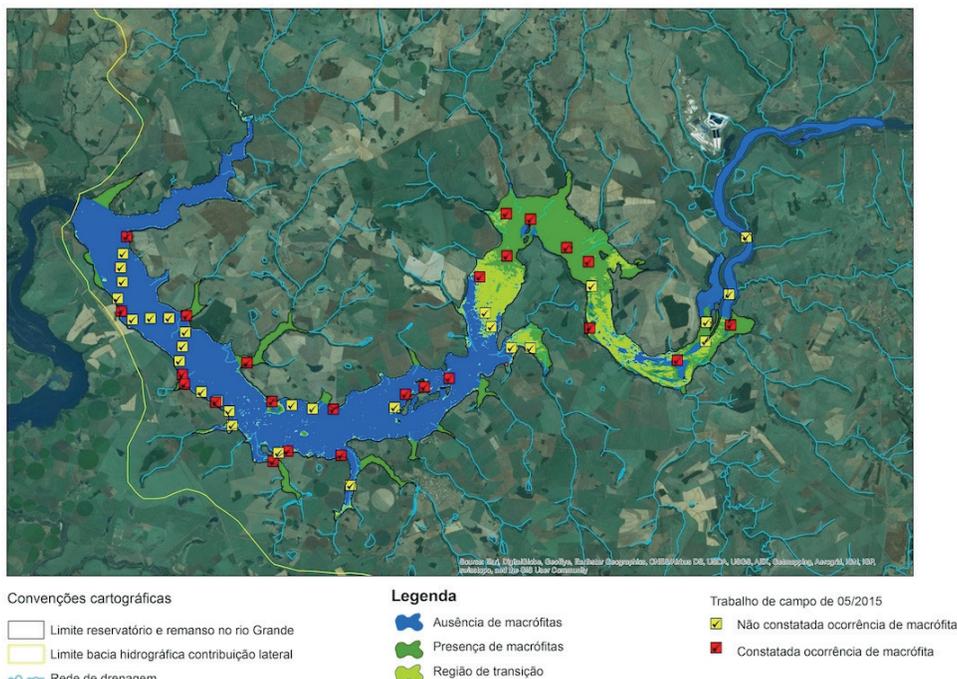


Figura 3 – Distribuição espacial de *Egeria najas* no reservatório de Volta Grande (MG/SP).

Interpolação Determinística de Nitrogênio e Fósforo Totais

No período de seca (julho/2014) (Figura 4), a maioria dos pontos apresentou menores concentrações de nitrogênio total que no período de chuva (Figura 5), com valores médios de 174,26 $\mu\text{g.L}^{-1}$. A maior concentração foi registrada no ponto 3C (800,11 $\mu\text{g.L}^{-1}$) onde se observou intensa atividade agrícola, e os demais pontos apresentaram concentrações inferiores 320 $\mu\text{g.L}^{-1}$. A diferença entre as concentrações dos dois períodos foi significativa (teste t pareado: $t = 7,650$; $p < 0,0001$). A comparação das concentrações de nitrogênio total no período seco (Figura 4) e chuvoso (Figura 5) reflete a importância do carreamento superficial na variação da qualidade das águas no reservatório de Volta Grande.

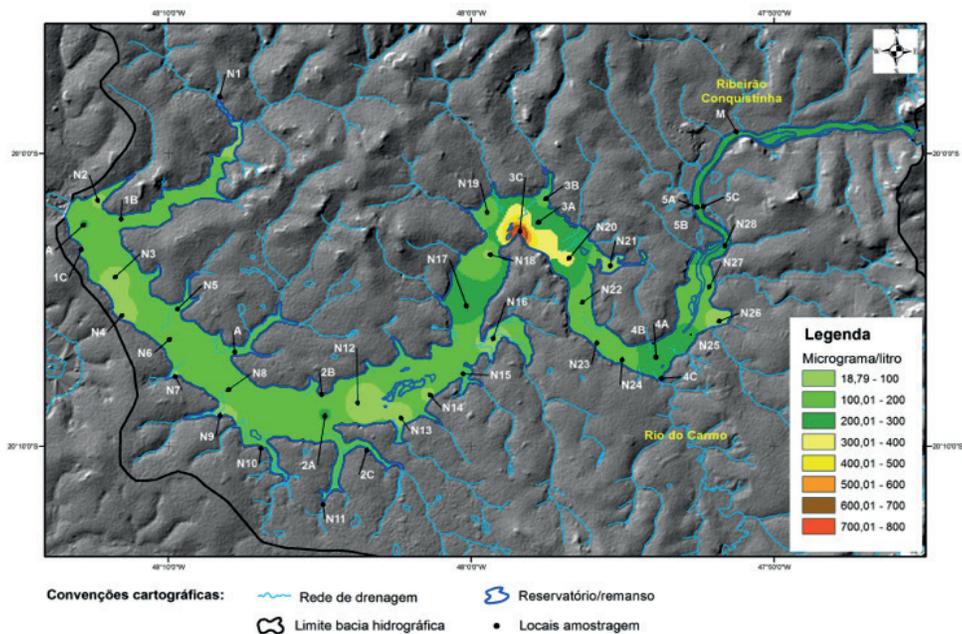


Figura 4 - Variação espacial da concentração de nitrogênio total no reservatório de Volta Grande em julho/2014.

A concentração média de nitrogênio total (Figura 5) no período chuvoso foi de $388,91 \mu\text{g.L}^{-1}$, sendo os maiores valores observados nos pontos N25 ($829,99 \mu\text{g.L}^{-1}$), onde se observa a intensiva atividade de dragagem e o término dos bancos de *Eichhornia* e *Typha* na margem direita; N21 ($544,06 \mu\text{g.L}^{-1}$) localizada num braço do reservatório com marcante presença de veredas e *E. najas*; N15 ($606,28 \mu\text{g.L}^{-1}$) situado na margem esquerda, sob influência de pastagem e a atividade agrícola (Figura 5). Os pontos N13 e N12 ($625,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $595,90 \mu\text{g.L}^{-1}$ respectivamente) sofrem a influência da área urbana da cidade de Miguelópolis, SP. Os pontos no trecho inferior do reservatório de Volta Grande N10, N9, N7, N6 e N4 que oscilaram entre os valores de $533,79$ a $620,75 \mu\text{g.L}^{-1}$, também foram influenciados pela concentração de pivôs, além das lavouras de cana-de-açúcar na margem paulista. Novamente na foz do córrego Água Comprida – ponto A ($521,62 \mu\text{g.L}^{-1}$), observa-se a atividade pecuária e da urbanização do município de Água Comprida que devem atuar na elevação da concentração de nitrogênio total.

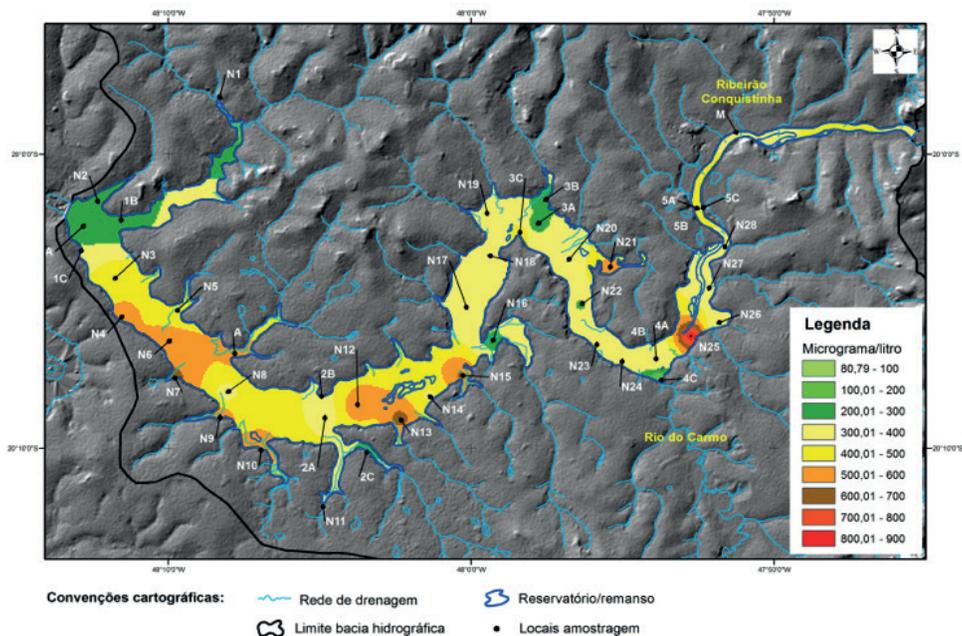


Figura 5 - Variação espacial da concentração de nitrogênio total no reservatório de Volta Grande em janeiro/2015.

A concentração média de fósforo total no período de seca do ciclo hidrológico ($17,03 \mu\text{g.L}^{-1}$) foi maior que a do período de chuva ($9,25 \mu\text{g.L}^{-1}$); esta diferença foi averiguada pelo teste t de Student pareado, sendo significativa ($t = 4,518$; $p < 0,0001$).

No período de seca (julho/2014, Figura 6) as maiores concentrações de fósforo total foram observadas nos pontos N16 ($42,78 \mu\text{g.L}^{-1}$), seguido do ponto de referência A ($34,45 \mu\text{g.L}^{-1}$), localizado na desembocadura do córrego Água Comprida, e pelo ponto 5C ($33,06 \mu\text{g.L}^{-1}$) no trecho fluvial do sistema. Valores intermediários foram observados nos três pontos do transecto 4, com amplitude de variação de $28,90 \mu\text{g.L}^{-1}$ a $32,37 \mu\text{g.L}^{-1}$. O ponto 3A, sob influência do ribeirão Ponte Alta, apresentou a concentração de $26,81 \mu\text{g.L}^{-1}$. Os demais pontos da rede de amostragem apresentaram valores abaixo de $24,00 \mu\text{g.L}^{-1}$.

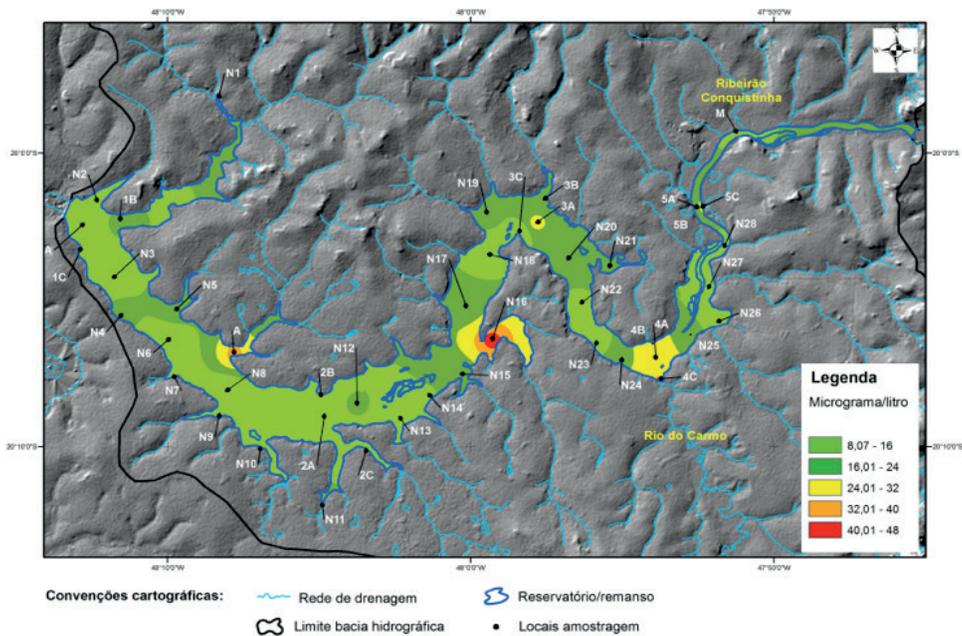


Figura 6 - Variação espacial da concentração de fósforo total no reservatório de Volta Grande em julho/2014.

No período chuvoso (Figura 7) representado pelo mês de janeiro/2015, os valores mais elevados foram registrados no ponto 3C (42,11 $\mu\text{g.L}^{-1}$), sendo seguido pelos pontos N5 (40,08 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e N12 (sob influência da área urbana de Miguelópolis) (27,10 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Os demais pontos apresentaram valores abaixo da concentração de 20,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

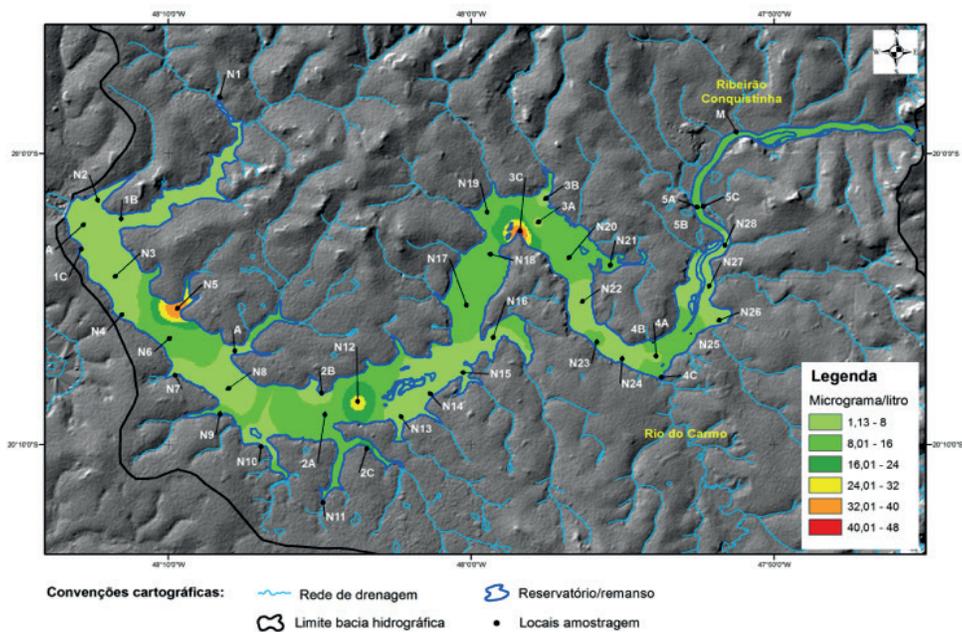


Figura 7 - Variação espacial da concentração de fósforo total no reservatório de Volta Grande em janeiro/2015.

As maiores concentrações de fósforo observadas são reflexo das atividades agropecuárias e industriais desenvolvidas nas bacias de contribuição a que cada ponto de amostragem está relacionado. A alta concentração de agricultura intensiva agricultura pelo sistema de pivô na margem esquerda, de forma mais representativa no trecho médio do reservatório, provavelmente influenciou de forma direta as altas concentrações nos pontos N16 e 3A, na campanha de julho/2014. No período de chuva, janeiro/2015, observa-se a influência da agricultura na margem esquerda, bem como da pecuária e silvicultura (seringueira) na margem direita em N5 e da área urbana (Miguelópolis) em N12.

Além disso, no ponto A na margem direita do reservatório, foi observada forte influência da atividade pecuária. O distrito industrial localizado a montante do transecto 5, é caracterizado pelo grande número de empresas de fertilizantes, o que caracteriza um maior aporte de fósforo neste trecho. O transecto 4 recebe influência da foz do rio do Carmo, maior tributário da margem esquerda do reservatório, com a maior bacia de contribuição lateral apresentando atividade de cafeicultura nas cabeceiras e cana-de-açúcar no trecho médio e inferior.

Da mesma forma, o fósforo total refletiu a influência da intensa atividade agrícola no trecho médio, da margem esquerda do reservatório, dado a concentração de pivôs, como também observado para a variável de nitrogênio total.

Determinação do Teor de Nitrogênio e Fósforo Totais na Macrófita *Egeria najas* e no Sedimento

Os teores médios de nitrogênio no sedimento e *E. najas* foram, respectivamente, 1,5 ppm e 32,1 ppm (Figura 8). A notação de ppm é equivalente a mg.L^{-1} de modo que é possível comparar com a concentração média de nitrogênio total na água superficial, cujo valor médio foi de 0,97 mg.L^{-1} .

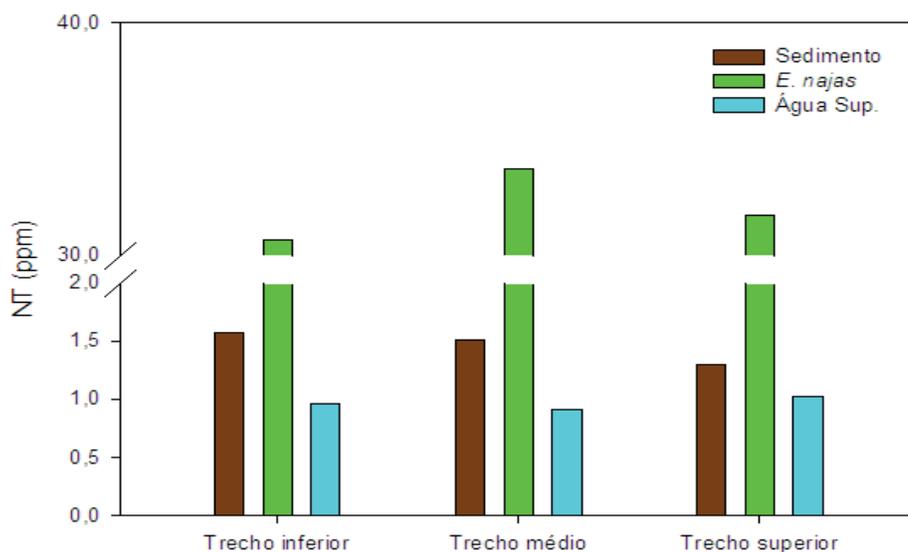


Figura 8 – Teor de nitrogênio total determinado para sedimento, *E. najas* e água superficial nos trechos inferior, médio e superior do reservatório de Volta Grande.

Para o fósforo total, o teor médio foi 29,8 ppm no sedimento e 2,5 ppm em *E. najas* (Figura 9). A concentração média na água superficial foi de 0,027 mg.L^{-1} . Ao contrário do nitrogênio, pode-se observar maior acúmulo de fósforo no sedimento em relação à macrófita.

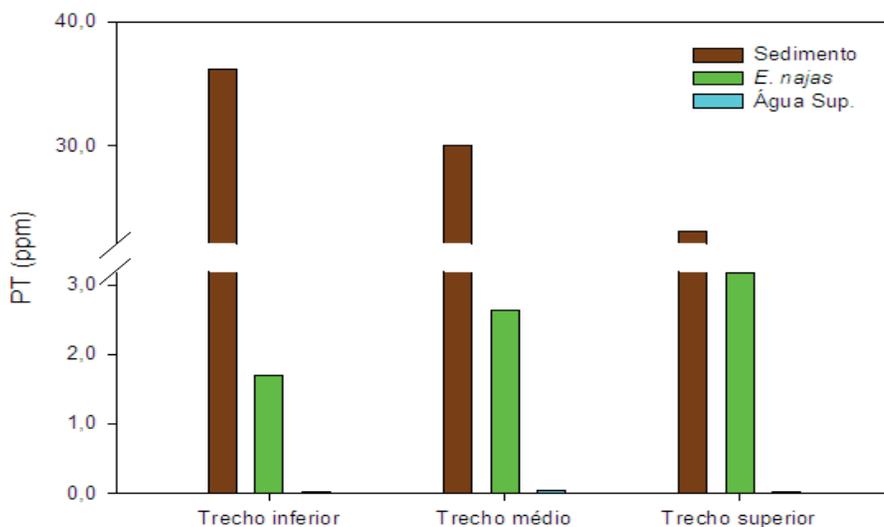


Figura 9 – Teor de fósforo total determinado para sedimento, *E. najas* e água superficial nos trechos inferior, médio e superior do reservatório de Volta Grande.

Balanço de Massa Parcial de Nitrogênio e Fósforo Totais

O reservatório de Volta Grande é do tipo fio d'água e apresenta normalmente pequenas variações da sua cota. Entretanto, o período de estiagem intensificado nos anos de 2013 a 2015, que levou à chamada “crise hídrica” na região Sudeste do país, aliado às necessidades do setor elétrico, alterou o sistema de operação do reservatório. Na Figura 10 pode ser observada a variação das vazões afluentes e defluentes do reservatório de Volta Grande no período em estudo. Observa-se que no período de janeiro/2014 a janeiro/2015 a vazão defluente foi maior que a vazão afluente, o que significa dizer que foi turbinada mais água do que chegou ao reservatório. As menores vazões registradas foram no período compreendido entre maio/2014 e julho/2014, vazões que variaram entre 244 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (afluente) e 295,69 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (defluente).

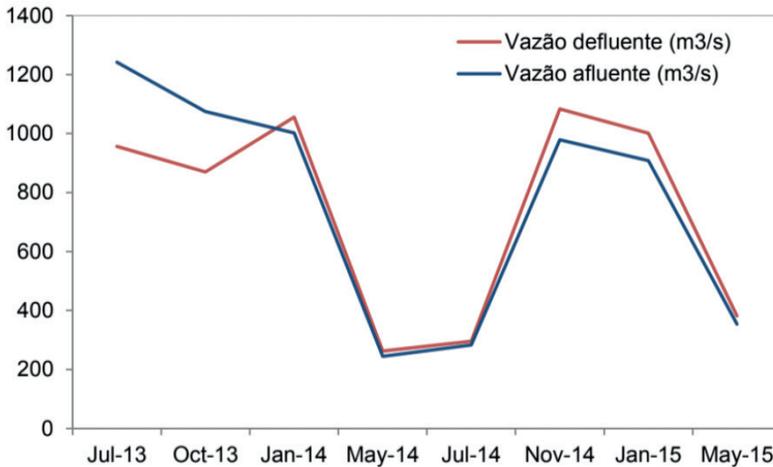


Figura 10 - Série de vazões afluente e defluente (m³/s), no período de julho/13 a maio/15, para o reservatório de Volta Grande, Rio Grande (SP/MG).

A carga de nitrogênio total recebida pelo reservatório via rio Grande variou de 198,89 (julho/2014) a 3.575,40 (julho/2013) ton. mês⁻¹ (Figura 11). A importação de nitrogênio foi superior à exportação, a única exceção foi observada no mês de maio/2015 quando o sistema perdeu 172,08 ton. mês⁻¹, sendo julho/2013 o mês que ocorreu o maior acúmulo 2.243,40 ton. mês⁻¹, seguido de novembro/2014 com 650,3 ton. mês⁻¹. O balanço total indica que para todo o período estudado o reservatório acumulou aproximadamente 3.690,35 ton. de nitrogênio total.

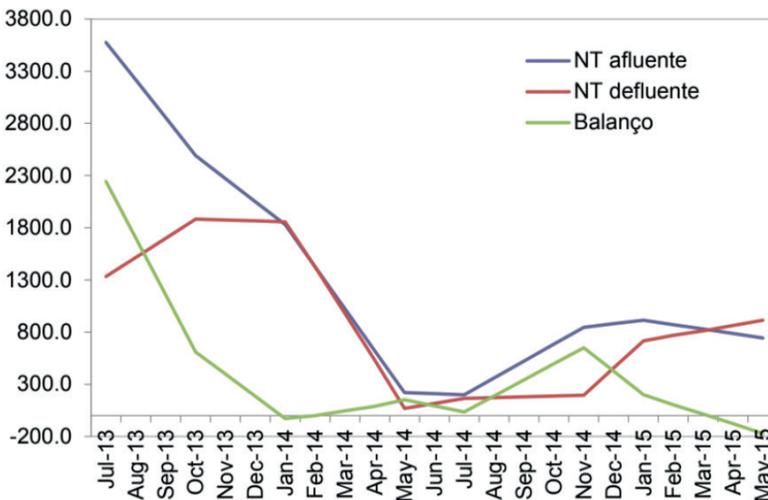


Figura 11 - Variação mensal da carga de nitrogênio (ton./mês) e balanço de massa, no período de julho/13 a maio/15, para o reservatório de Volta Grande, Rio Grande (SP/MG).

O aporte mensal de fósforo via rio Grande é alto, sendo registrada a carga mínima de 3,40 toneladas de fósforo/mês em julho/2013 e máxima de 174,34 toneladas de fósforo/mês em novembro/2014. A exportação de fósforo oscilou entre 0,02 a 139,00 toneladas de fósforo por mês (Figura 12). O reservatório reteve mais fósforo de novembro/2014 a maio/2015, sendo que janeiro/2015 foi o mês que o sistema mais reteve esse nutriente (74,5 ton/mês). O balanço de massa para todo o período em estudo indica que o reservatório acumulou 150,06 ton. de fósforo.

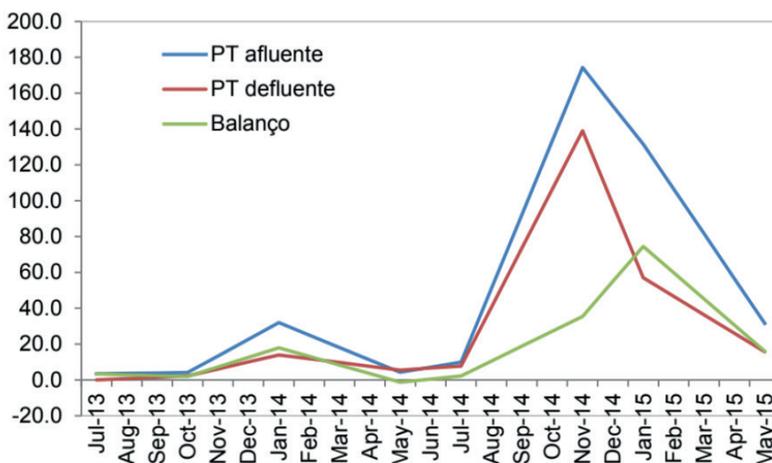


Figura 12 - Variação mensal da carga de fósforo (ton./mês) e balanço de massa, no período de julho/13 a maio/15, para o reservatório de Volta Grande. Rio Grande (SP/MG).

DISCUSSÃO

As áreas que mais contribuíram para o aporte de carga de fósforo e nitrogênio no reservatório de Volta Grande ocorreram na margem esquerda, em virtude da alta concentração de culturas agrícolas intensivas de cana-de-açúcar, em especial, lavouras irrigadas de milho e feijão. O trecho de influência na área urbana de Miguelópolis (22.226 hab.) também contribuiu no aporte de nutrientes. Em relação aos tributários, o mais representativo foi o rio do Carmo, em virtude da abrangência de sua bacia de drenagem. Na margem direita os tributários que mais contribuíram foram o ribeirão Ponte Alta e o córrego Água Comprida, devido à influência das áreas urbanas de Uberaba (333.783 hab.) e Água Comprida (2.025 hab.), bem como das atividades pecuárias e silviculturais, sendo desta forma os principais alvos para gestão e controle.

O crescimento excessivo de macrófitas submersas e flutuantes no reservatório de Volta Grande, concentra-se em regiões com influências de cargas externas de nutrientes: A exemplo de *E. najas* na desembocadura do rio do Carmo no transecto 4, à jusante do transecto 5 e distrito industrial de Uberaba onde foi observado um extenso banco de *E.*

crassipes e *E. azurea*. Além disso, neste ambiente predominam condições que favorecem o crescimento de *E. najas* como a transparência da água e baixa turbidez. Segundo Petracco (2006), na lagoa do Óleo (SP) as maiores taxas produção primária desta espécie foram observadas no período chuvoso, quando há maior disponibilidade de luz. De fato, as hidrocaritáceas formam densos bancos como uma estratégia para absorver grandes quantidades de luz.. No reservatório de Itaipu a profundidade ótima de crescimento encontrada para *E. najas* foi de 1,5m (Bini *et al.*, 2010).

Outra característica importante do reservatório que favorece o desenvolvimento das macrófitas submersas, atribui-se à sua tipologia, uma vez que a menor variação dos níveis causa menos exposição das plantas, permitindo crescimento constante e manutenção dos bancos (Thomaz, 2006). Para alguns autores (Bini & Thomaz, 2005; Pierini & Thomaz, 2009; Sousa *et al.*, 2009) condutividade, transparência ou coeficiente de atenuação da luz e pista de vento (fetch) estão entre os fatores mais importantes para determinar a distribuição de *E. najas* em reservatórios e rios. De fato, em pontos mais profundos como na região limnética de Volta Grande (figura 3) não foi observada sua ocorrência devido a limitação luminosa, assim como nas regiões abertas do reservatório quando a pista de vento causa variações significativas na turbulência das águas. Uma correlação positiva entre a profundidade máxima (Z_{máx}) e o fetch foi verificada por Hudon *et al.*, 2000, onde foi observado a colonização por *E. najas* em áreas de maior profundidade quando expostas à maior turbulência.

Após análise de nitrogênio total em *E. najas* foi constatado teor até vinte vezes maior nesta macrófita em relação ao sedimento. O nitrogênio é um elemento abundante em biomoléculas, podendo representar até 10% da biomassa de células vivas durante a fase de crescimento (Esteves, 2011). O nitrogênio é um nutriente que está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética, portanto, além de ser constituinte dos aminoácidos livres e protéicos, o nitrogênio está presente em outros compostos nitrogenados importantes, como as bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), os ácidos nucleicos (DNA e RNA), que perfazem cerca de 10% do total do nitrogênio na planta. Outras formas amino solúveis chegam a compor 5% do N das plantas. A fração presente como NO₃⁻ e NH₄⁺ geralmente representa baixa porcentagem (Bredemeier & Mundstock, 2000; Mengel & Kirby, 2001).

Em águas bem oxigenadas, como as do reservatório de Volta Grande (média de 7,8 mg.L⁻¹), a lixiviação e a desassimilação em macrófitas podem ser rápidas, resultando em menor acúmulo no sedimento em relação à biomassa viva (Bianchini Jr., 2003). As macrófitas submersas podem assimilar altas concentrações de nutrientes dos sedimentos, sendo estes acumulados nos tecidos da planta. Contudo, existem controvérsias de qual a maior fonte de nutrientes para macrófitas aquáticas enraizadas, se o sedimento ou a

água. As macrófitas submersas exibem grande plasticidade fenotípica e são adaptadas para absorver e translocar nutrientes do sedimento para as folhas, principalmente em condições limitantes (Barko *et al.*, 1991). No reservatório de Itaipu, especialmente durante a ocorrência de densos bancos de *E. najas*, Bini et al. (2010) também observaram grande influência desta macrófita nas concentrações de nitrogênio e nenhum efeito significativo em relação nas concentrações de fósforo.

Segundo Thomaz et al. (2007), durante o crescimento, *E. najas* absorve nitrogênio e fósforo tanto da coluna d'água quanto do sedimento, especialmente deste último, quando há escassez no vegetal. Os autores também observaram grande afinidade desta macrófita pelo nitrogênio, cujos tecidos apresentaram alta saturação mesmo em baixas concentrações deste nutriente, sendo esta uma vantagem competitiva em ambientes relativamente pobres sobre espécies típicas de ambientes mais eutróficos. No reservatório de Volta Grande, também foi observada maior concentração de nitrogênio em *E. najas* do que na água superficial ou no sedimento.

Ao contrário do nitrogênio, pode-se observar o acúmulo de fósforo no sedimento em relação à macrófita. As águas bem oxigenadas do reservatório favoreceram a formação de complexos insolúveis do fósforo com o ferro, acumulando este no sedimento (Esteves, 2011). Este processo ocorreu ao longo de todo o reservatório, sendo os teores crescentes em direção à barragem (trecho inferior). O trecho superior do reservatório está sob influência do distrito industrial de Uberaba, onde sete das quatorze indústrias são de produção de fertilizantes. Neste trecho o teor de fósforo em *E. najas* foi maior (3,17 ppm) de forma a amortizar a carga alóctone.

O presente estudo demonstrou que o reservatório acumulou tanto fósforo (150 ton.) quanto nitrogênio (3.690 ton.), durante o período analisado. Estes nutrientes podem ser imobilizados no sedimento ou inseridos nos ciclos biológicos que alteram a dominância de alguns grupos florísticos e faunísticos, destacando as algas ou macrófitas aquáticas que podem ter seu crescimento potencializado de forma invasiva (Bini & Thomaz, 2005). No reservatório de Volta Grande os valores acumulados foram superiores aos estimados por Henry *et al.* (1999), para o reservatório de Jurumirim (SP), o qual acumulou 24,6 ton.ano⁻¹ de fósforo em dois anos estudados, e exportou 733 e 844 ton.ano⁻¹ de nitrogênio nos anos de 1992 e 1993, respectivamente.

A retenção de fósforo de Volta Grande foi inferior a estimada para o reservatório hipereutrófico da Pampulha (MG), que em 1998 reteve 521 toneladas de fósforo (Tôrres, 1999). Na represa da Pampulha, a estimativa obtida em relação ao nitrogênio foi que as formas orgânicas são retidas e as inorgânicas exportadas; enquanto para o fósforo todas formas são incorporadas ao sistema (Barbosa *et al.*, 1998). Para o lago Paranoá (DF), foi estimado que 80% do fósforo recebido era retido, cerca de 92,0 ton.ano⁻¹ (Cordeiro Netto & Dutra Filho, 1981). Quando comparado a estudo realizado por Greco (2002), as porcentagens de retenção de fósforo (34,8%) e nitrogênio total (24,3%) no reservatório

de Volta Grande foram menores que as observadas atualmente (37,3% e 38,3%, respectivamente). Contudo, estes valores ainda são menores do que 56% na represa de Barra Bonita (Braga *et al.*, 1998) e que 96% e 79% estimados para a Pampulha (Barbosa *et al.*, 1998 e Tôrres, 1999, respectivamente). O baixo tempo de residência da água em Volta Grande deve ser o fator preponderante dessa diferença.

Apesar do elevado acúmulo de nutrientes, a região lacustre do reservatório ainda mantém baixas concentrações de fósforo e nitrogênio total, devido provavelmente à sedimentação e a incorporação por *Egeria najas*, respectivamente. Além disso, é sabido que ao decompor, macrófitas aquáticas liberam grande quantidade de nutrientes na água, especialmente carbono, nitrogênio e fósforo (Esteves, 2001). Apesar destas taxas serem altas em *E. najas*, devido ao menor conteúdo de compostos resistentes como celulose e lignina, esta rápida decomposição proporciona pouca exportação de seus bancos para outras regiões nos reservatórios tropicais (Carvalho *et al.*, 2005).

De acordo com os Índices aplicados de Estado Trófico (IET) e de Qualidade de Água em Reservatório (IQAR), o reservatório de Volta Grande encontra-se na categoria oligotrófico (Brito *et al.*, 2018). Essa condição de qualidade da água tem sido mantida pela grande capacidade do sistema em absorver os elevados aportes externos de fósforo e nitrogênio. O atual estado trófico é, no entanto, transitório e depende de diversos mecanismos relacionados ao metabolismo de organismos planctônicos, bentônicos e de macrófitas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto P&D 486 Cemig/Hidroex – Pesquisa, Controle de Qualidade de Água e Revitalização do Rio Grande, pelo financiamento deste estudo.

REFERÊNCIAS

Amaral, M.C.E., Bittrich, V., Faria, A.D., Anderson, L.O., Aona, L.Y.S. 2008. **Guia de Campo para Plantas Aquáticas e Palustres do Estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Holos. 452p.

APHA - American Public Health Association. 2012. **Standard Methods For Examination Of Water And Wastewater**. Eugene W. Rice, Rodger B. Baird, Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri (eds.) American Public Health Association, American Public Works Association, Water Environment Federation. 22nd Edition.

ArcGIS. 2015. **How IDW Works**. ESRI - Environmental Systems Research Institute. Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-idw-works.htm>

Barbosa, F., Garcia, F.C., Marques, M., Nascimento, F.A. 1998. **Nitrogen and phosphorus balance in a eutrophic reservoir in Minas Gerais: a first approach**. Rev. Bras. Biol., 58: 233-239.

Barko, J. W., Gunninson, D., Carpenter, S. R. 1991. **Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics**. Aquat. Bot., 41: 41– 65.

- Belini, F. L. 2007. **Concentração de Metais-Pesados, Nitrogênio e Fósforo em Cinco Espécies de Macrófitas na Zona Litorânea da Lagoa Silvana (Caratinga, MG), em Relação à Composição Química da Água e Sedimentos.** Dissertação. Unileste. 113p.
- Bini, L.M.; Thomaz, S.M. 2005. **Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay).** Aquatic Botany, 83: 227–238.
- Bini, L.M.; Thomaz, S.M.; Carvalho, P. 2010. **Limnological effects of *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae) in the arms of Itaipu Reservoir (Brazil, Paraguay).** Limnology, 11: 39–47.
- Bianchini Jr., I. 2003. **Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas.** In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Maringá: EDUEM. p. 85-126.
- Braga, B., Rocha, O & Tundisi, J. 1998. **Dams and the environment: the brasilian experience.** Water Resour. Dev., 14: 127-40.
- Brito, S. L.; Lopez, C. M. ; Souza, G. C. T. ; Francischetti, S. ; Marques, M. M. ; Guarda, V. L. M. ; Greco, M. B. ; Carvalho, M. D. **Índice Plâncton Bentônico para Avaliação de Qualidade de Água no Rio Grande - MG/SP.** In: Ecologia, Evolução e Diversidade. 1 ed. Ponta Grossa : Atena Editora, 2018, v.1, p. 33-49.
- Carney, H.J., Binford, M.W., Marin, R.R., Goldman, C.R. 1993. **Nitrogen and phosphorus dynamics and retention in ecotones of Lake Titicaca, Bolivia/Peru.** Hydrobiologia, 251: 39-47.
- Carvalho, P.; Thomaz, S.M.; Bini, L.M. 2005. **Effects of Temperature on Decomposition of a Potential Nuisance Species: the Submerged Aquatic Macrophyte *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae).** Braz. J. Biol., 65(1): 51-60.
- Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. **Usinas Hidrelétricas da Cemig.** Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/Usinas_Hidreletricas.aspx> Acesso em: 25. jul. 2017.
- Cordeiro Netto, O M. & Dutra Filho, D. 1981. **O aporte de fósforo ao Lago Paranoá.** XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza (CE), pp. 1-19.
- Ebina, J.; Tsutsui, Y.; Shirai, T. 1983. **Simultaneous determination of total nitrogen and total phosphorus in water using peroxidissulfate oxidation.** Wat. Res. 17: 1721-1726. Embrapa,
- Eisenreich, S.J. 1975. **A simplified phosphorous analysis technique.** Environmental Letters. n. 9, p. 43-53.
- Esteves, F. A. 2011. **Fundamentos de Limnologia.** 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 826 p.
- Ford, D. E. 1990. **Reservoir transport Processes.** In: K. W. Thornton, B. L. Kimmel & F. E. Payne (eds). Reservoir Limnology: ecological perspectives. John Wiley & Sons, New York, pp:15-41.
- Gibson, C. E., Foy, R. H. & Bailey-Watts, A. E. 1996. **An analysis of the total phosphorus cycle in some temperate lakes: the response to enrichment.** Fresch. Biol., 35: 525-532.

- Greco, M. K. B., 2002. **Balanço de Massa de Fósforo, Evolução da Eutrofização e o Crescimento de Macrófitas Flutuantes no Reservatório de Volta Grande (MG,SP)**. Universidade Federal de Minas Gerais. 158p.
- Henry, R. (ed.) 1999. **Ecologia dos Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu: FUNDIBIO, FAPESP. 799p.
- Hutchinson, G. E., 1975. **A treatise on limnology**. Vol. I. Chemistry of lakes. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1015p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **IBGE, Cidades**. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>.
- Kennedy, R. H. & Walker W. W. 1990. **Reservoir nutrient dynamics**. In: K. W. Thornton, B. L. Kimmel & F. E. Payne (eds). *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. John Wiley & Sons, New York, pp: 109-131.
- Krug, A. 1993. **Drainage history and land use pattern of a Swedish river system-their importance for undertanging nitrogen and phosphorus load**. *Hydrobiologia*, 251: 285- 296.
- Neiff, J. J. 1996. **Large rives of South America: toward the new approach**. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 167-180.
- P&D 486. 2016. **Projeto de Pesquisa, Controle da Qualidade das Águas e Revitalização do Rio Grande**. Relatório Final. Belo Horizonte: Cemig/Hidroex. 205 p.
- Petracco, P. 2006. **Efeito das Variáveis Abióticas na Produção Primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da Lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP)**. Tese de Doutorado. São Carlos: UFSCAR. 145p.
- Pierini, S.A.& Thomaz, S.M. 2009. **Effects of Limnological and Morphometric Factors Upon Z_{min} , Z_{max} and Width of *Egeria* spp Stands in a Tropical Reservoir**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(2): 387-396.
- Pinto-Coelho, R.M. 1998. **Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha lake, Brazil**. *Freshwat. Biol.* 40: 159- 173.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa. 404p.
- Santos, G.B. & Formagio, P.S. 2000. **Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do Rio Grande com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos**. *Inf. Agro.*, 21; 98-106.
- Sousa, R.S., Costa, R.A., Assunção, H.F. & Melo, S.C. 2009. **Variações Pluviométricas no Triângulo Mineiro-MG**. *Geonordeste*, Ano XX, n. 2 179-201.
- Sousa, W. T. Z.; Thomaz, S. M.; Murphy, K. J.; Silveira, M. J. ; Mormul, R. P. 2009. **Environmental predictors of the occurrence of exotic *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle and native *Egeria najas* Planchon in a sub-tropical river floodplain: the Upper River Paraná, Brazil**. *Hydrobiologia*, 632:65–78.
- Stiling, P.D. 1996. **Ecology – Theories and applications**. 2a ed. Prentice Hall, New Jersey, 539p.

Straskraba, M., Dostalkova, I., Hejzlar, J. & Vyhnaek, V. 1995. **The effect of reservoir on phosphorus concentration.** Int. Revue. Ges. Hydrobiol., 80: 403-413.

Svendsen, L. M. & Krovang, B. 1993. **Retention of nitrogen and phosphorus in a danish lowland river system: implications for the export from the watershed.** Hydrobiologia: 251: 123-135.

Thomaz, S. M. 2006. **Fatores que afetam a distribuição e o desenvolvimento de macrófitas aquáticas em reservatório: uma análise em diferentes escalas.** In: Nogueira, M. G.; Henry, R.; Jorcin, A. (Orgs.). Ecologia de reservatório: Impactos potenciais, ações de manejo e sistema cascata. 2.ed. São Carlos: Rima, p. 165-181.

Thomaz, S.M.; Chambers, P.A.; Pierini, S.A.; Pereira, G. 2007. **Effects of phosphorus and nitrogen amendments on the growth of *Egeria najas*.** Aquatic Botany 86: 191–196.

Tôrres, I.C. 1999. **Determinação da Influência dos tributários na qualidade da água da represa da Pampulha.** Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: UFMG. 117p.

Young, W. J., Marton, F. M. & Davis, J. R. 1996. **Nutrient exports and land use in Australian catchments.** J. Environ. Manag., 47: 165-183.

LEONARDO FRANÇA DA SILVA: Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é Doutor em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho e Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

JÉSSICA MANSUR SIQUEIRA FURTADO CRUSOÉ: Zootecnista formada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com mestrado e doutorado em Zootecnia na área de nutrição e produção de animais monogástricos pela mesma instituição. Atualmente atua como professora substituta na UFV – Campus de Florestal, é coordenadora da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Aves e Suínos da UFV e atua também como instrutora do Sistema FAEMG Senar Minas nas áreas de avicultura e suinocultura. Possui experiência em produção, nutrição e alimentação de aves e suínos, bioclimatologia, avicultura com foco em produção de ovos em sistemas alternativos, nutrição e alimentação de poedeiras e desenvolvimento sustentável da avicultura e suinocultura familiar

VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA: Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras, especialista em Análise de Dados e Engenharia de Segurança do Trabalho, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP), atuando na integração de novas tecnologias da informação no campo, atuando diretamente com processamento de imagem, estatística multivariada e modelos de inteligência artificial. Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência e Uso de Inteligência Artificial na Agricultura.

A

Água de chuva 72, 73, 74, 75, 77, 83

Águas urbanas 73

C

Casas inteligentes 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134

Casos de dengue 84, 86, 88, 90

Cidades inteligentes 106, 108, 109, 110, 112, 113, 117, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Cidades sustentáveis 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134

D

Dados meteorológicos 84, 85, 88, 90

E

Economia verde 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 125, 127, 128, 129, 131, 134, 136

Ecosistemas aquáticos 91, 92, 102

Educação infantil 44, 45, 46, 48, 52, 53, 54, 56, 59, 60, 61, 65, 66, 68

Eutrofização 138, 139, 158

I

lot 132

L

Logística reversa 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 104

M

Macrófita 138, 139, 143, 144, 150, 154, 155

Macroinvertebrados 91, 92, 93, 94, 95, 100, 101, 102, 143

Material particulado 16, 18, 25, 26, 73, 74, 77

N

Nutrientes 50, 62, 64, 93, 137, 138, 139, 141, 144, 153, 154, 155, 156

O

ODS 44, 45, 59, 60, 63, 65, 66, 106, 109, 113, 118, 119, 129, 133

Openair 26

P

Poluição atmosférica 21, 73, 79, 82

Potenciais focos 84

Práticas pedagógicas inovadoras 44, 45, 67

Q

Qualidade do ar 2, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 74, 76, 77, 78, 82, 83, 119, 125, 129

R

Resíduos 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 65, 96, 97, 99, 101, 103, 104, 105, 110, 112, 116, 117, 118, 121, 122, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 141

S

Saúde 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 63, 64, 65, 68, 74, 83, 85, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 101, 103, 104, 105, 111, 116, 119, 120, 121, 122, 123

Saúde ambiental 91, 92

Sustentabilidade 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 14, 15, 90, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 117, 120, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 133, 135, 160

V

Vazão 18, 116, 138, 151

O MEIO AMBIENTE EM FOCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES
PARA A SUSTENTABILIDADE

2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE EM FOCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES
PARA A SUSTENTABILIDADE

2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br