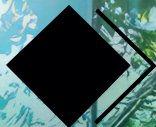


**Alba Regina Azevedo Arana
Maíra Rodrigues Uliana
(Orgs.)**



DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS EM BRASÍLIA-DF

um olhar sustentável



científica digital



EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.com.br - contato@editoracientifica.com.br

Diagramação e Arte	Edição © 2024 Editora Científica Digital
Equipe Editorial	Texto © 2024 Os Autores
Imagens da Capa	1ª Edição - 2024
Adobe Stock - 2024	Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT - TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais sobre a edição e o projeto gráfico, enquanto os autores mantêm os direitos autorais de seus respectivos textos. Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou parcial, desde que a fonte seja devidamente citada e os créditos atribuídos aos autores. É obrigatório que a obra permaneça em formato de Acesso Livre (Open Access), sem qualquer alteração. A catalogação em plataformas de acesso restrito ou com fins comerciais é estritamente proibida.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D583

Dinâmicas socioambientais em Brasília-DF: um olhar sustentável / Organização de Alba Regina Azevedo Arana, Maira Rodrigues Uliana. – Guarujá-SP:

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui Bibliografia

ISBN 978-65-5360-823-8

DOI 10.37885/978-65-5360-823-8

1. Planejamento comunitário e ambiental - Brasília. 2. Pesquisa. I. Arana, Alba Regina Azevedo (Organizadora). II. Uliana, Maira Rodrigues (Organizadora). III. Título.

CDD 307.1

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:

I. Planejamento comunitário e ambiental - Brasília

E-BOOK

ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA

2024

Alba Regina Azevedo Arana
Maíra Rodrigues Uliana
(Orgs.)

Dinâmicas Socioambientais em Brasília-DF: um olhar sustentável

1ª EDIÇÃO



científica digital

2024 - GUARUJÁ - SP

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Prof^a. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Prof^a. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Prof^a. Dra. Clara Mockdece Neves
Prof^a. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Prof^a. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Prof^a. Dra. Cristina Berger Fadel
Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Prof^a. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Prof^a. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Prof^a. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Prof. Dr. Humberto Costa

Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Prof. Dr. Jónata Ferreira de Moura
Prof. Dr. José Aderval Aragão
Prof. Me. Julianno Pizzano Ayoub
Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Prof^a. Dra. Maria Cristina Zago
Prof^a. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Prof^a. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Prof^a. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wescley Viana Evangelista
Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Acesse a lista completa dos Membros do Conselho Editorial em www.editoracientifica.com.br/conselho

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos à avaliação do Conselho Editorial e Revisados por Pares Externos (Peer Review), recebendo a devida recomendação para publicação.

Nota: Esta obra é uma produção colaborativa, tornando-se uma coletânea com reservas de direitos autorais para os autores. Alguns capítulos podem ser derivados de outros trabalhos já apresentados em eventos acadêmicos, todavia, os autores foram instruídos ao cuidado com o autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo, bem como por sua originalidade e pela integridade das informações publicadas, recai exclusivamente sobre os respectivos autores e autoras, não representando, necessariamente, a opinião da editora, dos organizadores ou dos membros do conselho editorial.

Apoio



Programa de pós-graduação
**Meio Ambiente e
Desenvolvimento Regional**

Unoeste

APRESENTAÇÃO

Este livro é uma coletânea do projeto interdisciplinar sobre Brasília-DF fruto do convênio celebrado entre a universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), *Campus* de Presidente Prudente-SP e a Faculdade Horizonte de Brasília-DF, fundado na reflexão sobre sustentabilidade e desenvolvimento econômico para a região de Brasília-DF, projeto PCI (Projeto de Cooperação Interinstitucional) Capes número 64/2020 (Portaria CAPES nº 243) ocorrido de 2022 a 2024. A área de estudo do projeto compreende a capital Brasília-DF que está localizada na área central do Brasil onde encontra o bioma cerrado e caracteriza-se como uma área de constantes estudos, técnico e científico, em razão de suas características naturais e sociais, as quais influenciam na dinâmica política, econômica, social e hídrico-ambiental do país. O objetivo deste projeto é analisar a dinâmica social, ambiental, econômica e de saúde na região de Brasília-DF. A principal contribuição desse projeto é proporcionar o suporte aos estudos que compreendam o desenvolvimento do Brasil. Os dados oriundos das ações de políticas econômicas, sociais e territoriais oriundas do projeto poderão possibilitar a construção de um banco de dados geográficos, econômicos e sociais, fundamental para o suporte ao processo de tomada de decisão do poder público local e regional.

O Distrito Federal, berço de um dos mais emblemáticos projetos urbanísticos do mundo, enfrenta desafios únicos na busca por uma convivência harmoniosa entre a expansão urbana e a preservação ambiental. **“Dinâmicas Socioambientais em Brasília DF: Um Olhar Sustentável”** oferece uma análise aprofundada das questões que moldam o cenário socioambiental da região. Este livro reúne contribuições que exploram desde a gestão hídrica e mobilidade urbana até a conservação de unidades ecológicas e estratégias de sustentabilidade no ensino superior. Cada capítulo traz um olhar técnico e inovador sobre práticas públicas sustentáveis, com foco em políticas e ações de integração social e ambiental. Com uma abordagem interdisciplinar e baseada em estudos de caso e experiências locais, esta obra é um convite a todos que desejam compreender e contribuir para o desenvolvimento sustentável de Brasília, um território que exemplifica a complexa relação entre urbanização e ecossistemas naturais. Este livro é, acima de tudo, um manual para os gestores, planejadores urbanos, pesquisadores e cidadãos que buscam soluções concretas para os desafios de um capital que aspira à sustentabilidade.

O capítulo 1 apresenta a Importância da Análise do Ciclo de Vida Aplicada à Sustentabilidade Ambiental no Setor da Construção Civil. O último capítulo explora a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) no setor da construção civil como uma ferramenta essencial para decisões sustentáveis. A ACV permite avaliar o impacto ambiental de uma edificação desde a remoção de materiais primários até sua disposição final, identificando oportunidades para melhorar o uso de materiais e reduzir emissões de carbono. O capítulo destaca o potencial da ACV para a construção de edificações mais sustentáveis, considerando desafios como a complexidade da coleta de dados e a necessidade de padronização de metodologias. A pesquisa conclui que integrar a ACV na gestão ambiental da construção civil oferece subsídios valiosos para empresas que buscam se alinhar às metas globais de sustentabilidade, contribuindo para um setor de construção civil mais consciente e sustentável.

O capítulo 2 apresenta uma discussão sobre a Ambientalização Curricular Como Estratégia para a Formação Crítica e Sustentável de Cidadãos, explorar os fundamentos da educação ambiental, destacando a ambientalização curricular como uma abordagem para integrar temas ambientais nos currículos escolares e universitários. Busca-se compreender como a ambientalização curricular pode transformar a prática pedagógica e promover uma educação integral, crítica e voltada para a sustentabilidade.

No capítulo 3 é tratada a Ambientalização Curricular no Curso de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília/DF (IFB). Aqui, a ambientalização curricular é discutida como parte do Curso de Agroecologia do IFB, analisando a integração de temas ambientais nos planos de ensino e no Projeto Pedagógico do Curso (PPC). O capítulo mostra que a inclusão desse tema fortalece a formação de futuros profissionais mais conscientes e preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade, contribuindo para o desenvolvimento de uma educação ambiental prática e em universidades.

O capítulo 4 tem como título Do Campo à Cidade: Impactos do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF). Este capítulo analisa o Programa de Assentamento Dirigido (PAD) e seus impactos no desenvolvimento socioeconômico das regiões atendidas. O PAD/DF integra pequenos e grandes produtores e promove o turismo rural, impulsionando a economia local. Contudo, o capítulo alerta para os desafios de desigualdade que persistem e sugere estratégias para aumentar a inclusão em assentamentos.

No capítulo 5 faz uma discussão entre Rodovias e Animais: Reflexões sobre os Desafios da Conservação da Biodiversidade no Distrito Federal. Este capítulo

aborda a mortalidade da fauna nas rodovias do Distrito Federal, examinando a eficácia das medidas de mitigação, como passagens de fauna. Este capítulo aborda os desafios da conservação da biodiversidade diante da expansão das rodovias no Distrito Federal, especialmente no bioma Cerrado. O estudo foca na mortalidade da fauna nas estradas e na eficácia das medidas mitigadoras, como passagens de fauna e cercas direcionadas. Utilizando dados do Projeto RodoFauna, que monitora incidentes de atropelamentos, o capítulo evidencia aponta críticos onde a fauna é mais afetada e sugere que a manutenção regular dessas passagens é essencial para a eficácia das medidas mitigadoras. A pesquisa conclui que, para proteger a biodiversidade local e reduzir a fragmentação de habitats, é necessário um gerenciamento contínuo e a implementação de políticas que garantam a preservação de espécies ameaçadas nas rodovias.

O capítulo 6 discute a Formação Sustentável no Ensino Superior: A Importância da Educação Ambiental e da Rede ACES. Este capítulo investiga a ambientalização curricular nas instituições de ensino superior, ressaltando a colaboração entre as universidades por meio da Rede ACES. A pesquisa revela que, embora existam avanços na integração de práticas ambientais, ainda há lacunas. A Rede ACES apresenta como um mecanismo de apoio essencial para fomentar metodologias inovadoras no ensino superior.

O capítulo 7 discute os Impactos Ambientais e Estratégias de Recuperação na Área de Preservação Permanente do Córrego do Cortado – Distrito Federal. Este capítulo explora os principais impactos ambientais observados na Área de Preservação Permanente (APP) do córrego do Cortado, como erosão e assoreamento. Utilizando dados de artigos científicos recentes, o estudo sugere estratégias sustentáveis para mitigar esses problemas, incluindo a preservação da vegetação ribeirinha e a recuperação ambiental. O capítulo propõe uma abordagem integrada entre planejamento urbano e gestão ambiental para minimizar os efeitos negativos da urbanização na APP.

Já o capítulo 8 trata da Integração Urbana Sustentável: Caminhabilidade e Áreas Verdes. Neste capítulo, o estudo discute a caminhabilidade e a importância das áreas verdes no espaço urbano, com foco na promoção de saúde e bem-estar. A caminhabilidade é apresentada como um recurso essencial para o acesso às áreas verdes, que, por sua vez, traz benefícios para reduzir o estresse e incentivar a atividade física. O capítulo enfatiza que a integração de rotas caminháveis e áreas verdes melhora a qualidade de vida, facilitando o impacto do planejamento urbano focado em veículos e promovendo uma cidade mais saudável e inclusiva.

O capítulo 9 apresenta a Drenagem Urbana e Soluções Sustentáveis. Este capítulo trata das soluções para a mudança urbana em áreas densamente ocupadas, considerando os desafios trazidos pelas mudanças climáticas. A pesquisa propõe a utilização de tecnologias como pavimentos permeáveis e bacias de infiltração, que ajudam a controlar o escoamento pluvial. A implementação dessas infraestruturas verdes é destacada como crucial para mitigar enchentes, melhorar a resiliência das cidades e reduzir os efeitos das chuvas intensas que tendem a se tornar mais frequentes com as mudanças climáticas.

No capítulo 10 discutimos a Mobilidade Sustentável no Espaço Urbano: DOTS em Brasília. Este capítulo explora o conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) no contexto de Brasília. A pesquisa identificou áreas prioritárias para intervenções de requalificação urbana que promovam transportes sustentáveis, como ciclovias e calçadas acessíveis. Utilizando o Padrão de Qualidade DOTS, o estudo aponta desafios, como a descontinuidade das ciclovias e falhas na conectividade entre calçadas e transporte público. Mesmo com limitações, o modelo DOTS se destaca como uma ferramenta importante para o planejamento urbano sustentável em Brasília, incentivando o uso de modais de transporte mais sustentável. Através de ferramentas como o software QGIS, o capítulo oferece um diagnóstico das falhas e aponta soluções para tornar a mobilidade urbana mais inclusiva e eficiente, incentivando o uso de transportes ativos, como caminhadas e ciclismo.

O capítulo 11 apresenta o Papel Múltiplo dos Parques Ecológicos: Parque Ecológico do Gama-DF. Este capítulo aborda os múltiplos benefícios dos parques ecológicos para a população, usando o Parque Ecológico do Gama como estudo de caso. Além de proporcionar lazer e contato com a natureza, os parques ecológicos são fundamentais para a conservação da biodiversidade e para o fortalecimento dos laços sociais. O estudo ressalta que o parque desempenha um papel essencial na preservação das espécies do Cerrado e na promoção da qualidade de vida da população local.

O capítulo 12 apresenta uma discussão sobre a Percepção Ambiental e Gestão das Unidades de Conservação: Contribuições para a Conservação e Sustentabilidade no Brasil. Aqui, são elaborados estudos de percepção ambiental sobre as Unidades de Conservação (UCs) brasileiras, explorando a influência desses espaços na conscientização da comunidade local sobre a conservação. A pesquisa demonstra que, embora a maioria das pessoas reconheça a importância das UCs, há uma conscientização limitada e conflitos de interesse nas Unidades de Uso Sustentável. O capítulo conclui que a gestão participativa

e uma maior educação ambiental são essenciais para a sustentabilidade das Unidades de Conservação no Brasil.

O capítulo 13 discute a Regularização Edilícia e Função Socioambiental da Propriedade: Perspectivas de Sustentabilidade no Distrito Federal. Neste capítulo, são discutidos os processos de regularização fundiária no DF, incluindo os desafios de equilibrar o crescimento urbano com a preservação ambiental em áreas vulneráveis. Este capítulo explora os desafios e as oportunidades de regularização edilícia no Distrito Federal, com foco na integração entre ocupação urbana e sustentabilidade ambiental. A pesquisa analisa o arcabouço legal, incluindo o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) e o Código de Obras do DF, abordando como essas normas buscam conciliar a expansão urbana com a preservação dos recursos naturais, especialmente em áreas de alta. Contudo, aponta os riscos de flexibilização excessiva das normas de uso do solo, especialmente no que diz respeito ao envolvimento de parâmetros de permeabilidade, fundamentais para minimizar enchentes e preservar a qualidade do solo e dos recursos hídricos.

O capítulo 14 intitulado Revitalização de Canais de Irrigação e a Redução das Perdas Hídricas no Distrito Federal. Este capítulo aborda o problema das perdas hídricas em canais de supervisão no Distrito Federal, onde a disponibilidade de água é limitada. Utilizando métodos como o molinete hidrométrico e o flutuante, o estudo apresenta especificações precisas em canais não revestidos, identificando perdas significativas que variam entre 19,26% e 89,54%. A pesquisa destaca a importância da revitalização desses canais, que, ao melhorar a eficiência do uso da água, pode resultar em economias suficientes para abastecer uma cidade de médio porte. O capítulo discute como as ações de revitalização podem economizar água o suficiente para abastecer uma cidade de médio porte e destaca a importância dessas medidas para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 e 6, que promovem o uso sustentável da água.

O capítulo 15 discute a sinalização urbana e morfologia no Paranoá-DF, apresentando os desafios de orientação e sustentabilidade em contextos de poluição visual. Ao Analisar a aplicabilidade e a eficiência do Plano Diretor de Sinalização de Endereçamento Urbano do Distrito Federal (PDSEUDF) na Região Administrativa do Paranoá-DF, com foco na Avenida Paranoá. A pesquisa avalia os desafios relacionados à visibilidade das placas de endereçamento urbano, destacando a influência da morfologia local e a presença de poluição visual

O capítulo 16 apresenta os Impactos Ambientais da Rodovia DF-003, especificamente focado na ampliação da rodovia DF-003, este capítulo explora os

impactos ambientais das obras de rodovias, incluindo fragmentação de habitats e efeitos na biodiversidade. Uma análise do Plano Básico Ambiental da obra revela que as medidas mitigadoras, como monitoramento da fauna e controle da emissão de fontes de energia, são essenciais para reduzir os danos ambientais. As práticas sugeridas visam minimizar os impactos ecológicos e sociais, equilibrando o desenvolvimento urbano com a preservação ambiental. A conclusão destaca a importância do cumprimento das medidas de mitigação para minimizar os danos ambientais, apontando práticas que preservem a biodiversidade e garantam o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a conservação.

Boa leitura a todos!

Alba Regina Azevedo Arana

Coordenadora do Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e
Desenvolvimento Regional – PPGMADRE Unoeste.

Maíra Rodrigues Uliana

Coordenadora do Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional –
PPGMADRE Unoeste.

SUMÁRIO

Capítulo 01

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA APLICADA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Rafael Alves Monteiro; Alba Regina Azevedo Arana; Lucas Prado Osco

doi 10.37885/241118075 16

Capítulo 02

AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR COMO ESTRATÉGIA PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA E SUSTENTÁVEL DE CIDADÃOS

Silma Costa dos Santos Scotti; Luiz Henrique Vieira dos Santos; Sérgio Marques Costa; Alba Regina Azevedo Arana; Maíra Rodrigues Uliana

doi 10.37885/241118072 39

Capítulo 03

AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR NO CURSO DE AGROECOLOGIA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA/DF - IFB

João Paulo Morais Faria Alves; Alba Regina Azevedo Arana; Maíra Rodrigues Uliana; Sérgio Marques Costa

doi 10.37885/241118069 56

Capítulo 04

DO CAMPO À CIDADE: IMPACTOS DO PROGRAMA DE ASSENTAMENTO DIRIGIDO DO DISTRITO FEDERAL - PAD/DF

Mozzer Teixeira de Castro; Alba Regina Azevedo Arana; Maíra Rodrigues Uliana; Sérgio Marques Costa

doi 10.37885/241118071 74

Capítulo 05

ENTRE RODOVIAS E ANIMAIS—REFLETINDO SOBRE OS DESAFIOS DA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO DISTRITO FEDERAL

Geraldo Jacinto da Silva Filho; Edson Assunção Mareco; Sérgio Marques Costa; Paulo Antonio Silva

doi 10.37885/241118073 92

Capítulo 06

FORMAÇÃO SUSTENTÁVEL NO ENSINO SUPERIOR: A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA REDE ACES

Luiz Henrique Vieira dos Santos; Silma Costa dos Santos Scotti; Sérgio Marques Costa; Alba Regina Azevedo Arana; Maíra Rodrigues Uliana

 10.37885/241118070 112

Capítulo 07

IMPACTOS AMBIENTAIS E ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO Córrego do Cortado - Distrito Federal

Flávio Pereira Madriles; Bruno Cesar Rabelo Rodrigues; Thaisa Silva de Sousa; Maíra Rodrigues Uliana; Sérgio Marques Costa; Renata Calciolari Rossi; Ana Paula Alves Favareto

 10.37885/241118067 126

Capítulo 08

INTEGRAÇÃO URBANA SUSTENTÁVEL: O PAPEL DA CAMINHABILIDADE E DAS ÁREAS VERDES NA QUALIDADE DE VIDA

Maira Carvalho de Sant'Ana; Alba Regina Azevedo Arana; Daniela Vanessa Moris; Jacqueline Roberta Tamashiro; Karina Silva Ribeiro; Ana Paula Alves Favareto; Sérgio Marques Costa; Ana Karina Marques Salge; Debora Tavares de Resende e Silva; Renata Calciolari Rossi

 10.37885/241118062 142

Capítulo 09

MECANISMOS DE DRENAGEM URBANA E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA ÁREAS URBANIZADAS

Ricardo Terenzi Cardoso; Alba Regina Azevedo Arana; Daniela Vanessa Moris de Oliveira; Edson Assunção Mareco

 10.37885/241118063 153

Capítulo 10

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NO ESPAÇO URBANO: UM ESTUDO SOBRE O DOTS EM BRASÍLIA - DF

Jaqueline Mendonça Torres; Rogério Giuffrida; Sérgio Marques Costa; Maira Rodrigues Uliana; Alba Regina Azevedo Arana

 10.37885/241118060 169

Capítulo 11

O PAPEL MÚLTIPLO DOS PARQUES ECOLÓGICOS: PARQUE ECOLÓGICO DO GAMA-DF

Erida Machado Barbosa de Pina; Jacqueline Roberta Tamashiro; Fabio Friol Guedes de Paiva; Angela Kinoshita

doi 10.37885/241118068.....188

Capítulo 12

PERCEPÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

Bruno Cesar Rabelo Rodrigues; Flávio Pereira Madriles; Thaisa Silva de Sousa; Marcelo Rodrigo Alves; Paulo Antonio da Silva; Renata Calciolari Rossi; Ana Paula Alves Favareto

doi 10.37885/241118065.....207

Capítulo 13

REGULARIZAÇÃO EDILÍCIA E FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE: PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE NO DISTRITO FEDERAL

Fernando Jorge Coelho Pinheiro; Angela Mitie Otta Kinoshita; Jacqueline R. Tamashiro; Lucas Prado Osco

doi 10.37885/241118074.....224

Capítulo 14

REVITALIZAÇÃO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO E A REDUÇÃO DAS PERDAS HÍDRICAS NO DISTRITO FEDERAL

Edvan Sousa Ribeiro; Ana Paula Alves Favareto; Edson Assunção Mareco; Maíra Rodrigues Uliana ; Kelly Cristina Tonello; Marcelo Rodrigo Alves

doi 10.37885/241118059.....241

Capítulo 15

SINALIZAÇÃO URBANA E MORFOLOGIA NO PARANOÁ - DF: DESAFIOS DE ORIENTAÇÃO E SUSTENTABILIDADE EM CONTEXTOS DE POLUIÇÃO VISUAL

Jefferson de Sousa Oliveira; Sergio Marques Costa; Rogério Giuffrida; Maira Rodrigues Uliana; Alba Regina Azevedo Arana

doi 10.37885/241118061.....259

SUSTENTABILIDADE EM FOCO: ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA RODOVIA DF-003

Sandra Santos Martins; Alba Regina Azevedo Arana; Daniela Vanessa Moris; Jacqueline Roberta Tamashiro; Karina Silva Ribeiro; Ana Paula Alves Favareto; Sérgio Marques Costa; Ana Karina Marques Salge; Debora Tavares de Resende e Silva; Renata Calciolari Rossi

 10.37885/241118064 **282**

SOBRE AS ORGANIZADORAS **292**

ÍNDICE REMISSIVO **294**

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA APLICADA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Rafael Alves Monteiro

Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE)

Lucas Prado Osco

Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE)

RESUMO

Objetivo: A crescente preocupação com os impactos ambientais causados pela construção civil exige o desenvolvimento de ferramentas para uma gestão ambiental mais eficiente. Este estudo explora a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) no setor da construção civil, especialmente em edificações de concreto armado, demonstrando seu potencial para decisões sustentáveis. **Métodos:** A pesquisa aborda a ACV em suas principais etapas: definição do objetivo e escopo, inventário, avaliação de impacto e interpretação de resultados. Exemplos práticos de aplicação são apresentados. **Resultados:** A ACV se mostra vantajosa ao identificar oportunidades de melhoria, otimizar o uso de materiais e reduzir emissões de carbono, embora desafios como a complexidade de coleta de dados e a padronização de metodologias sejam reconhecidos. **Conclusão:** A integração teórica e prática da ACV com a gestão ambiental no setor de construção civil oferece insights valiosos para empresas, contribuindo para construções mais sustentáveis e alinhadas às metas globais.

Palavras-chave: análise do ciclo de vida; construção civil; sustentabilidade; concreto armado; gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, existe um esforço concentrado no coração da indústria da engenharia civil na entrega de instalações construídas que são ecologicamente corretas e sustentáveis. A construção civil, sendo intensiva em recursos e em virtude de sua posição, tem um grande potencial para influenciar a sustentabilidade nas grandes cidades. Neste trabalho, a proposta é verificar a importância da sustentabilidade de serviços e processos com base em análise do Ciclo de vida. O Ciclo de vida que considera a otimização de recursos de consumo, impacto ambiental e benefícios socioeconômicos de um projeto ao longo de todo o seu tempo de vida.

O melhoramento de serviços e processos com o intuito de redução de agressividade ao meio ambiente mostra-se como um desafio essencial em todos os processos altamente capazes de modificar o sistema ambiental, entre elas as diferentes formas de atuação em engenharia. O tema é bastante discutido a anos, e tem cada vez mais considerado aspectos ambientais em projetos orientados para o meio ambiente, que consideram diversos aspectos sustentáveis durante o projeto e evolução dos serviços e produtos, para minimizar os danos ambientais gerados durante a execução do serviço na construção civil.

O projeto orientado para o meio ambiente pode ser implementado na postura empresarial basicamente através de três ferramentas (Shen, 1995): Projeto do Ciclo de Vida; Análise do Ciclo de Vida e; Análise de Custos do Ciclo de Vida. A seleção de matérias primas, o processo de produção e a distribuição do serviço são chamadas de projeto de ciclo de vida e são denominados de forma proativa, em que se antecipa – na etapa de projeto – medidas para reduzir os impactos ambientais que poderão ser gerados nas diferentes etapas do ciclo de vida de um serviços.

Um instrumento importante do processo produtivo já implementado, são ajustes visando a redução de danos ambientais, necessariamente passando pela reavaliação do processo. A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é um instrumento fundamental que gera dados sobre o uso de recursos e emissões de um processo escolhido, produto ou serviço para permitir medir e avaliar os seus impactos futuros sobre o meio ambiente e, finalmente, identificar meios para diminuir esses danos. O trabalho trata os princípios, objetivos, etapas e limitações da ACV e o alcance da utilização desta ferramenta, originalmente desenvolvido

como estratégia para aumentar a eficiência técnico-econômica de determinados processos industriais, para outras atividades, entre elas a construção civil.

Diante do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi discutir os benefícios ao meio ambiente urbano oferecido pela análise do ciclo de vida de serviços aplicados à indústria da construção civil com foco na sustentabilidade. Por meio de uma revisão de literatura, buscou-se destacar como o ciclo de vida dos serviços na indústria da construção civil sustentável pode contribuir para a economia ao reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida nos canteiros de obra e, de maneira subsequente, nas cidades.

MÉTODO

O presente estudo baseia-se em uma revisão de literatura, com análise de artigos científicos, relatórios e documentos oficiais que abordam a relação entre a Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada à indústria da construção civil sustentável e seus benefícios socioambientais. O estudo está organizado em cinco capítulos, incluindo esta Introdução (Capítulo 1), e segue uma estrutura que permite apresentar o tema de forma gradual, aprofundando-se nas questões mais específicas conforme a leitura avança, sempre fundamentadas pelos conceitos iniciais apresentados.

A ACV E A GESTÃO AMBIENTAL

A mudança dos padrões de produção e consumo é um ponto chave para a sociedade caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável. De acordo com Ministério do Meio Ambiente (2006), a Agenda 21 menciona três aspectos fundamentais para a mudança destes padrões: o exame dos padrões insustentáveis de produção e consumo; o desenvolvimento de políticas e estratégias nacionais de estímulo a mudança nos padrões insustentáveis de consumo; e estratégias para estimular o uso mais eficiente da energia e dos recursos.

Com o objetivo de mudar os padrões de produção, são adotados alguns modelos que estimulam a mudança, como por exemplo, a Produção Mais Limpa, o Ecodesign, a Ecoeficiência, além dos sistemas de gestão ambiental e respectivas certificações, como é o caso da série ISO 14000. Esses modelos se aplicam

a determinadas fases do ciclo de vida do produto, visando obter resultados que reduzem ou eliminam as consequências negativas dos produtos sobre o meio ambiente, compatibilizando estes com os conceitos e práticas do desenvolvimento sustentável.

No caso da Produção Mais Limpa (PML), o foco é utilizar, no processo de fabricação ou na execução do serviço, recursos naturais renováveis, eliminar o uso de recursos não renováveis e que causam impactos ambientais. De acordo com a UNIDO/UNEP (1989), a PML é uma estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente”.

Segundo o documento do Greenpeace (1997), a PML tem como foco principal a atenção ao processo e ao produto de forma que sejam utilizados recursos naturais renováveis e que não causem danos ao meio ambiente. O processo é caracterizado pelo uso eficiente de energia, fontes de matérias-primas renováveis e processo atóxico. Já o produto é caracterizado pela durabilidade de sua vida útil, reutilização, embalagens não agressivas ao meio ambiente e materiais recicláveis.

Já o Ecodesign contribui para o desenvolvimento sustentável através de soluções efetivas no projeto e desenvolvimento de produtos. Segundo Giannetti *et al.* (2007), o Projeto para o Meio Ambiente ou Design para o Meio Ambiente (PMA/DfE) representa um importante instrumento para se atender aos requisitos ambientais, pois incorpora critérios relativos aos aspectos ecológicos à metodologia do design de produtos, atribuindo aos aspectos ambientais, o mesmo status que se dá a valores tradicionais do projeto como estética, funcionalidade, ergonomia, economia, entre outros. O Ecodesign introduz o conceito de prevenção a todo o ciclo de vida do produto, atuando inclusive na fase de planejamento e concepção, quando já se podem mensurar os impactos ambientais, sendo possível assim, evitá-los ou minimizá-los.

A Ecoeficiência consiste na medição de fatores que caracterizam o desempenho ambiental de produtos e processos, indicando a eficiência na utilização de matérias-primas, energia, recursos renováveis e não-renováveis. Sendo assim, mostra a relação entre a quantidade de recursos utilizados e quantidade desperdiçada. Como expressam Sisinni e Moreira (2005), o processo de produção em um programa de ecoeficiência é permanentemente monitorado, sendo identificadas as fontes de consumo de água, energia, matéria-prima e outros recursos dos quais podem ou não estar ocorrendo desperdícios ocultos, provocando conseqüente

aumento nos gastos e aumentando a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Estes desperdícios podem estar relacionados a problemas operacionais, à qualidade dos materiais e à falta de procedimentos e de treinamento adequado oferecidos às equipes.

Já o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) *apud* Micheline *et al.* (2004) define o conceito de Ecoeficiência associando-o ao impacto dos negócios, sendo o trabalho direcionado a minimizar impactos ambientais, devido ao uso minimizado de matérias-primas: produzir mais com menos. Segundo Almeida e Giannetti (2006), cada atividade ocorre em um nível específico do sistema, e a Ecologia Industrial pode englobar estas estratégias para beneficiar o sistema como um todo. Algumas estratégias surgem em respostas a uma situação que já ocorreu ou que ocorre normalmente. Outras buscam antecipar-se aos efeitos indesejáveis de um possível impacto ambiental em alguma fase do ciclo de vida do produto.

Avaliação do Ciclo de Vida

Os modelos discutidos abordam a gestão ambiental de uma forma pontual, ou seja, estão focados em determinada parte da cadeia produtiva, não considerando todas as fases do ciclo de vida do produto. Isso faz com que não se tenha uma visão sistêmica da cadeia produtiva, restringindo a atuação sobre seus aspectos ambientais e as oportunidades de melhoria que podem ser observadas a partir de uma análise mais abrangente. Giannetti *et al.* (2003) afirmam que não se podem realizar avaliações fragmentadas de impactos ambientais causados pelas atividades industriais. As oportunidades de redução da geração de resíduos e do consumo de matérias-primas e energia devem ser analisadas de forma mais abrangente, com o objetivo de interligar o destino de materiais e de sua transformação em produto por meio de vários processos.

Esta necessidade de considerar toda a cadeia produtiva na análise dos impactos ambientais dos produtos fez surgir uma ferramenta para o acompanhamento dos ciclos de produção e identificação de alternativas de interação entre processos com o intuito de identificar oportunidades de melhoria dos aspectos ambientais. Essa ferramenta, objeto de estudo deste trabalho, é denominada Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, definida por Guidelines for life-cycle assessment

(*apud* Almeida e Giannetti, 2006) como sendo um estudo que inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, considerando a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, o uso, a reutilização, a manutenção, a reciclagem e a disposição final, para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços. A Avaliação do Ciclo de Vida quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto.

A Environmental Protection Agency - EPA (1993), dos Estados Unidos, define a Avaliação de Ciclo de Vida como “uma ferramenta para avaliar, de forma holística, um produto ou uma atividade durante todo seu ciclo de vida”. O mercado competitivo faz com que as empresas apresentem diferenciais em relação a seus concorrentes. Esses diferenciais estão relacionados à qualidade e ao controle dos aspectos ambientais de seus produtos e processos. É diante desse cenário empresarial que surge a necessidade da utilização da ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida, como ressaltam Takahashi e Morais (2000):

A dinâmica competitiva do mercado globalizado impõe necessidades cada vez mais rigorosas de qualidade e controle de produtos e processos. Neste contexto, a análise do ciclo de vida do produto (ACV) surge como uma ferramenta de controle com ampla aplicabilidade. A ACV é uma ferramenta de análise de desempenho ambiental de sistemas de produção utilizada como estratégia para inserção no mercado (Takahashi; Morais, 2000, p. 1).

Como define o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia IBICT (2006), a Avaliação do Ciclo de Vida é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no processo produtivo até a disposição do produto final, abordando parâmetros como: produção de energia, fluxograma das atividades, transporte, consumo de energia não renovável, impactos relacionados com o uso ou aproveitamento de subprodutos, reuso do produto e questões relacionadas à disposição, recuperação ou reciclagem de resíduos e embalagens.

De acordo com Valt (2004), a ACV permite a identificação de oportunidades de melhorias dos aspectos ambientais considerando as várias fases de um sistema de produção, contribuindo para a diminuição do consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Segundo o IBICT (2006), o primeiro estudo realizado foi implementado por um fabricante de refrigerantes mundialmente conhecido

nos anos 70 com o objetivo de comparar os diferentes tipos de embalagens de refrigerante e selecionar qual deles se apresentava como o mais adequado do ponto de vista ambiental e de melhor desempenho com relação à preservação dos recursos naturais. Este estudo ficou conhecido como Resource and Environmental Profile Analysis - REPA.

Mais tarde, muitos consultores passaram a estudar a metodologia REPA, e assim, foram acrescentando novos critérios que contribuíram para uma melhor análise dos impactos ambientais. Porém, estudos sobre os mesmos produtos ou serviços foram realizados com modelos diferentes, encontrando-se resultados diferentes, o que gerou confusão acerca de sua interpretação, fazendo com que sua validade fosse questionada.

Este fato foi agravado pelo surgimento e proliferação dos chamados Rótulos Ambientais, que segundo Barboza (2001), é "a certificação de produtos adequados ao uso e que apresentam menor impacto no meio ambiente em relação a outros produtos comparáveis disponíveis no mercado". Inicialmente, estes eram atribuídos com base em apenas um aspecto ambiental do produto ou serviço, não levando em consideração todas as fases do ciclo de vida do produto.

A ACV como Ferramenta de Gestão

Os modelos anteriormente citados abordam a gestão ambiental de uma forma pontual, ou seja, estão focados em determinada parte da cadeia produtiva, não considerando todas as fases do ciclo de vida do produto. Isso faz com que não se tenha uma visão sistêmica da cadeia produtiva, restringindo a atuação sobre seus aspectos ambientais e as oportunidades de melhoria que podem ser observadas a partir de uma análise mais abrangente, como afirma Giannetti *et al.* (2003).

De acordo com Carreiras *et al.* (2007), a utilização de várias ferramentas de gestão ambiental de forma integrada é hoje uma prática comum, contribuindo-se desta forma para uma otimização permanente dos sistemas e das atividades. A aplicação da ACV colabora para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental - SGA, sendo utilizada como ferramenta de apoio à decisão no que se refere a equipamentos, técnicas e recursos a adotar. As informações recolhidas na ACV, os resultados da sua análise e interpretações podem ser úteis

para tomadas de decisão, as quais são importantes no planejamento estratégico das atividades das organizações.

Para Chehebe (2002), o enfoque gerencial da Avaliação do Ciclo de Vida de produtos representa uma forte tentativa de integração da Qualidade Tecnológica do produto, da Qualidade Ambiental e do valor agregado para o consumidor e para a sociedade. Esse fato representa uma importante mudança estratégica nas empresas, haja vista os resultados que podem ser alcançados quando se lida simultaneamente com esses três vetores da qualidade no desenvolvimento integrado de um produto.

Chehebe (2002) afirma que, para a introdução e implementação de um enfoque gerencial baseado na Avaliação do Ciclo de Vida em atividades estratégicas e de decisão em uma empresa, deve-se procurar integrar a performance ambiental dos produtos com os conceitos de qualidade e valor agregado para o consumidor, de tal forma que tanto os fatores econômicos quanto ambientais sejam considerados sob a ótica do ciclo de vida.

A empresa deve incorporar o enfoque da ACV aos conceitos de Qualidade Total, estabelecendo times integrados para a discussão e execução de projetos sobre desenvolvimento estratégico e desenvolvimento de produtos, incluindo a participação de representantes de consumidores e fornecedores. Devem-se elaborar programas de médio e longo prazo visando à organização de um banco de dados, à formação de um grupo interno de “experts”, à realização de programas educacionais, à elaboração de manuais internos de procedimentos e ao uso sistemático da ACV para estabelecer uma base de conhecimento técnico.

METODOLOGIA DA ACV

O projeto da grande maioria dos produtos visa apenas atender às necessidades do consumidor, sem levar em conta os impactos ambientais decorrentes de cada fase de seu ciclo de vida. Com a aplicação da ACV, podem ser incluídos no projeto, critérios que estabelecem a correta utilização de matérias-primas, o consumo racional das fontes de energia, a possibilidade de reutilização, remanufatura ou reciclagem do produto após o descarte, e também o emprego de técnicas e procedimentos que resultem em uma boa relação custo/benefício, principalmente no que tange os aspectos ambientais.

Com base na ACV, podem-se promover alterações no projeto do produto de modo a torná-lo ambientalmente amigável. Por exemplo, a partir dos resultados da ACV, pode-se concluir que o material utilizado na fabricação do produto não permite que este seja reciclado, ou que sua estrutura física dificulta a desmontagem para que seus componentes possam ser reaproveitados. Sendo assim, devem-se buscar alternativas que permitam um melhor reaproveitamento do produto após este ser descartado pelo usuário. Ou ainda, se durante a avaliação do ciclo de vida do produto for constatado que sua utilização oferece algum risco ao consumidor ou ao meio ambiente, também é prudente que o seu projeto seja modificado.

Não basta que o produto seja ambientalmente correto apenas em uma ou poucas fases de seu ciclo de vida. Para que o produto seja considerado ambientalmente correto, precisa apresentar, no mínimo, um bom desempenho ambiental em cada fase de seu ciclo. Para isso, devem-se escolher materiais mais adequados, considerando a ACV; otimizar o consumo de fontes de energia não renováveis e optar pelas fontes renováveis quando possível; aumentar a vida do produto; evitar o desperdício de material; reduzir ou eliminar o uso de materiais tóxicos ou poluentes; reduzir ou eliminar o uso de substâncias que contribuem com a destruição da camada de ozônio; e buscar soluções de logística que reduzam a necessidade de transporte.

Muitos impactos ambientais podem ser evitados se forem adotadas medidas considerando os aspectos ambientais ainda no projeto do produto. Essa adoção prévia de medidas de melhoria do projeto representa uma antecipação aos problemas que possam vir a causar consequências indesejáveis com relação ao meio ambiente e à saúde do consumidor.

Um exemplo de projeto voltado para a adequação do produto aos conceitos de sustentabilidade é o polietileno verde, um tipo de plástico feito com etanol, desenvolvido pela empresa brasileira Braskem. Além do fato de o etanol ser obtido a partir de um recurso natural renovável, a cana-de-açúcar, o plantio desta cultura em larga escala ainda contribuem para aumentar a captura de gás carbônico, um dos gases responsáveis pelo aumento do aquecimento global. Esse projeto rendeu à Braskem a classificação entre as vinte melhores empresas em termos de sustentabilidade no Guia EXAME 2007 (Braskem, 2007).

IMPACTOS E APLICAÇÃO

A NBR 14040 (ABNT, 2009a) define que uma ACV deve ser, obrigatoriamente, composta pela definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados. Vanderley *et al.* (2020) discorrem sobre como a ACV funciona a partir do inventário dos fluxos de entrada e saída de matéria e energia, mas ressaltam que a realização do inventário de ciclo de vida completo de um produto demanda uma grande quantidade de dados englobando toda a cadeia de suprimentos. Para viabilizar a ACV, grande parte da medição dos fluxos foi substituída pelo respaldo em bases de dados secundárias, medidos majoritariamente na Europa. Alguns países, incluindo o Brasil, carecem de um método de análise que leve em consideração as suas características regionais, sendo assim, costuma-se utilizar métodos que avaliem categorias de impactos globais.

Uma proposta de metodologia simplificada baseada na ACV surgiu no Grupo de Trabalho de Materiais do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (2014), intitulada como ACV modular, que estabeleceu diretrizes de medição baseadas em impactos mais urgentes. Essa metodologia estabelece para medição, os indicadores de desempenho mínimos, consumo de energia, consumo de água, consumo de recursos (exceto água e energia), geração de resíduos e emissões de CO².

A sondagem a percussão adotada para o dimensionamento, apresenta a classificação do solo ao longo da profundidade. O (solo de fundação é composto por uma camada espessa de argila arenosa muito mole dura). Historicamente, Brasília teve sua imagem, no que diz respeito à engenharia de fundações, associada a tubulões a céu aberto. Algumas obras foram executadas em estacas tipo “Strauss”, mas predominantemente até a década de 1980 a solução em tubulões a céu aberto era muito utilizada. Tal opção era devida, sobretudo, à constituição do perfil de solo por um manto de intemperização, poroso, colapsável, sobrepondo-se a um solo residual jovem com maior capacidade de suporte. A partir do final da década de 1980, Brasília passou por um processo de transformação no mercado de construções no que diz respeito à engenharia de fundações, quando houve um afluxo de equipamentos de cravação de estacas pré-moldadas de concreto, estacas escavadas e, ultimamente, hélice contínua monitorada.

Àquela época, a ideia de paralisação da cravação das estacas com base em fórmulas dinâmicas, no caso de estacas pré-moldadas, prevalecia e muitas vezes levava a cravações excessivas e, em casos extremos, a quebra das estacas. Faltava, no entanto, e talvez ainda falte, um maior entendimento das propriedades e do comportamento dos solos regionais. A título de exemplo, os solos porosos, colapsíveis de São Paulo, em termos de comportamento, respondem à cravação de estacas de modo distinto dos solos do Distrito Federal, pois enquanto aqueles apresentam geralmente matriz arenosa esses apresentam de um modo geral matriz argilosa. Sendo assim, os primeiros tendem, apesar da quebra de estrutura, a melhorar o comportamento diante da cravação devido ao aumento da densidade relativa. Já os solos do Distrito Federal, por serem predominantemente de matriz argilosa não gozam no mesmo nível desse benefício e é por isso que ensaios como o SPT que igualmente quebram a estrutura do solo também avaliam mal o seu comportamento.

Devido às cargas de vento elevadas e a presença de solo muito mole, oscilando entre 1 e 12 metros, aproximadamente, descartou-se o uso de fundações rasas. Logo, para o presente caso a adoção de fundações profundas é a solução adequada. Dentre as fundações profundas analisadas optou-se por ultrapassar a camada de argila arenosa mole, detectada no furo SM-06, permitindo o apoio delas em camadas de alta resistência e que não estejam sujeitas a recalques. Em função disto optou-se por avaliar, técnica e economicamente, a utilização de estaca pré-moldada de concreto, com diâmetro de 29 cm, estaca raiz de 31 cm e Hélice contínua de 30 cm.

Definição do Intervalo de Carga Fundação

Os intervalos de cargas servem para uniformizar e otimizar o dimensionamento das fundações. No dimensionamento adotou-se intervalos de cargas de 10 em 10 toneladas, cuja distribuição encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Cargas dos pilares.

PILAR					
Nome	Carga Máx. (Tf)	Carga de Vento Máx. X ou Y (Tf)	Nome	Carga Máx. (Tf)	Carga de Vento Máx. X ou Y (Tf)
P1	18,4	21,4	P37	10,5	7,27
P2	18,4	21,4	P38	10,5	7,27
P3	18,4	24,4	P39	10,5	7,27
P4	18,4	24,4	P40	10,5	7,27
P5	18,4	24,4	P41	10,5	7,27
P6	18,4	24,4	P42	10,5	7,27
P7	18,4	24,4	P43	10,5	7,27
P8	18,4	24,4	P44	10,5	7,27
P9	18,4	24,4	P45	10,5	7,27
P10	18,4	24,4	P46	6,5	3,0
P11	18,4	24,4	P47	6,5	3,0
P12	18,4	24,4	P48	6,5	3,0
P13	18,4	24,4	P49	6,5	3,0
P14	18,4	24,4	P50	1,8	0,1
P15	18,4	24,4	P51	4,2	0,6
P16	18,4	21,4	P52	6,9	0,3
P17	18,4	14,4	P53	7,2	0,5
P18	18,4	14,6	P54	6,5	0,5
P19	18,4	21,4	P55	5,6	0,4
P20	18,4	14,4	P56	4,1	0,5
P21	12,4	12,4	P57	7,6	0,3
P22	12,4	12,4	P58	7,2	0,4
P23	12,4	14,6	P59	7,9	0,4
P24	12,4	14,6	P60	6,3	0,5
P25	12,4	14,6	P61	5,6	0,3
P26	12,4	14,6	P62	10,3	0,4
P27	12,4	14,6	P63	8,3	0,5
P28	12,4	14,6	P64	2,7	0,4
P29	12,4	14,6	P65	8,3	0,8
P30	12,4	14,6	P66	4,4	0,7
P31	12,4	14,6	P67	4,4	0,6
P32	12,4	14,6	P68	11,4	0,3
P33	12,4	14,6	P69	3,3	0,7
P34	12,4	14,6	P70	10,0	0,7
P35	12,4	12,4	P71	10,4	0,8
P36	12,4	12,4	P72	11,8	0,9

Fonte: Autoria própria.

Dos dez furos de sondagem foi utilizado o que apresentou menor capacidade de carga para o dimensionamento da fundação o perfil NSPT 06, através do método de dimensionamento Décourt & Quaresma (1996). Este método foi, posteriormente (Quaresma *et al.*, 1996), estendido para outros tipos de estacas também muito utilizadas e mais recentemente difundidas, não indicadas inicialmente. Para tanto, foram considerados os parâmetros " α " e " β " conforme as recomendações de Hachich *et al.* (1996). Estes valores são de majoração ou de minoração, respectivamente para a resistência de ponta e para a resistência lateral. Neste caso, a expressão geral para a determinação da carga de ruptura da estaca é dada por:

$$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$$

As parcelas de ponta e atrito são multiplicadas por alfa e beta, e os valores de K foram definidos conforme a Tabela 2:

$$Q_u = \alpha \cdot K \cdot N_{spt\ p} \cdot A_p + 10 \cdot \beta \cdot [(N_{spt\ s}/3 + 1) \cdot A_s] \text{ em kN/m}^2$$

onde:

P_p = carga de ponta;

P_l = carga lateral;

A_p = área de ponta; $= \pi D^2/4$

α = coeficiente do método;

β = coeficiente do método;

A_s = perímetro da estaca $= U \times \Delta L$

N = média do SPT na cota de assentamento, na posição anterior e na posição seguinte;

A_l = área lateral;

N_{sptp} : N_{spt} na ponta da estaca (valor médio entre correspondente à ponta da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior)

N_{spts} : N_{spt} ao longo do fuste da estaca

Tabela 2 - Valores de K.

TIPO	Valores de C (KPa) ou (KN/M ²)
Argilas	120 ou 120 KN/m ²
Siltes Argilosos	200 ou 200 KN/m ²
Siltes Arenosos	250 ou 250 KN/m ²
Areias	400 ou 400 KN/m ²

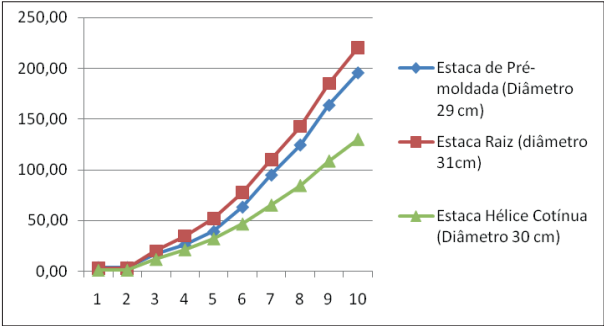
A Norma Brasileira NBR 6122/2010, recomenda que a determinação da carga admissível do solo (Padm), seja feita com base num fator de segurança global (Fs) igual a 2,0. A Tabela 3 apresenta os valores de capacidade de carga admissível obtidos para as estacas governadas pelo furo SM 06, ao longo da profundidade. O gráfico da Figura 5 apresenta o comportamento das cargas admissíveis ao longo da profundidade e demonstra uma crescente desde o primeiro metro até os 10 metros. Logo para se aproveitar ao máximo da capacidade de carga do solo e estrutural das estacas adotou-se o critério de faixa de carga de 10 em 10 toneladas.

Tabela 3 - Capacidade de carga admissível.

SM - 06 Qadm (KN)					
Tipo de Solo	Prof.(m)	NSPT	Estaca de Pré-moldada (Diâmetro 29 cm)	Estaca Raiz (diâmetro 31cm)	Estaca Hélice Contínua (Diâmetro 30 cm)
Argila Arenosa	1,00	2	3,96	2,72	1,27
Argila Arenosa	2,00	2	3,96	2,72	1,27
Argila Arenosa	3,00	2	17,04	20,04	11,97
Argila Arenosa	4,00	2	26,15	34,65	21,39
Argila Arenosa	5,00	2	39,22	51,98	32,09
Argila Arenosa	6,00	5	63,37	77,36	46,71
Argila Arenosa	7,00	13	94,90	109,73	65,18
Argila Arenosa	8,00	17	124,42	142,51	84,41
Argila Arenosa	9,00	17	163,50	184,97	108,60
Argila Arenosa	10,00	33	195,34	220,32	129,81

Fonte: Adaptado de Decourt & Quaresma (1996).

Figura 1 - Gráfico da capacidade de carga das estacas (KN) em relação à profundidade (m).



Fonte: Autoria própria.

A análise da Figura 1 demonstra que a partir dos 10 metros, as estacas estarão em solo resistente e com capacidade de carga admissível, crescente com a profundidade. Portanto, para se aproveitar ao máximo da capacidade de carga do solo e estrutural das estacas, adotou-se os critérios constantes na Tabela 5.

Tabela 5 - Critério para assentamento das estacas governadas pelo furo SM 06.

Tipo de Estaca	Critério de Paralisação	Profundidade (m)	Qadm (KN)
Estaca de Pré-moldada (Diâmetro 29 cm)	NSPT ≥33	10	195,34
Estaca Raiz (diâmetro 31cm)	NSPT ≥33	10	220,32
Estaca Hélice Contínua (Diâmetro 30 cm)	NSPT ≥33	10	129,81

Fonte: Autoria própria.

As Tabelas 6, 7 e 8, apresentam os custos de implantação das soluções de fundação em estaca pré-moldada de concreto, estaca raiz e estaca hélice contínua, enquanto Tabela 9 resume os custos determinados.

Tabela 6 - Determinação do custo da estaca pré-moldada de concreto.

Diâmetro de 29 cm	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo Total
Mobilização Equipamento	un	1,00	6.000,00	6.000,00
Cravação	m	1920,00	50,00	107.520,00
Solda	un	128,00	75,00	11.692,00
Estaca	m	1920,00	100,00	192.000,00
Total Geral R\$				303.600,00

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7 - Determinação do custo da estaca raiz.

Diâmetro de 31 cm	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo Total
Mobilização	un	1	8.000,00	8.000,00
Perfuração do solo		1920,00	160,00	307.200,00
Custo da Estaca (insumos)		Orçamento global dos materiais	-	126.245,33
Total Geral R\$				441.445,33

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 - Determinação do custo da estaca Hélice Contínua.

Diâmetro de 30 cm	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo Total
Mobilização	un	1,00	7.500,00	7.500,00
Perfuração do solo	m	2.900,00	35,00	101.500,00
Custo da Estaca (insumos)		Orçamento global dos materiais		215.507,46
Total Geral R\$				324.507,46

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9 - Resumo dos custos entre os tipos de fundações profundas analisadas.

TIPOS DE ESTACAS ANALISADAS		
Estaca de Pré-moldada (Diâmetro 29 cm)	Estaca Raiz (diâmetro 31cm)	Estaca Hélice Contínua (Diâmetro 30 cm)
R\$ 303.600,00	R\$ 441.445,33	R\$ 324.507,46

Fonte: Autoria própria.

A análise dos resultados da Tabela 9 demonstra que a solução de fundação, técnica e economicamente, mais viável para o Galpão objeto deste estudo é a estaca pré-moldada de concreto com diâmetro de 29 cm, a qual apresenta um custo 6,8% inferior à estaca Hélice Contínua e 45,40% menor que a estaca Raiz.

Por último, para contextualizar as Tabelas 10, 11 e 12, que abordam a sustentabilidade dos diferentes tipos de estacas analisadas, faz-se necessário apresentar e esclarecer os parâmetros avaliados em cada uma. Nessas tabelas, são detalhados os materiais empregados e os potenciais impactos ambientais relacionados a cada solução de fundação, considerando indicadores de sustentabilidade como o potencial de aquecimento global (medido em kg de CO₂ equivalente por metro quadrado ao ano) e o potencial de acidificação (medido em kg de SO₂ equivalente por metro quadrado ao ano). A análise desses impactos ambientais

permite uma compreensão mais ampla das consequências ecológicas de cada alternativa de fundação, complementando os critérios técnicos e econômicos anteriormente discutidos.

Os valores de Potencial de Aquecimento Global (PAG) e Potencial de Acidificação (PA) foram determinados com base em coeficientes de impacto ambiental, obtidos a partir de dados típicos de Análise do Ciclo de Vida (ACV) para os materiais de construção, sendo eles o concreto e o aço. Estes coeficientes, comumente documentados na literatura, consideram a produção média e o processamento de cada material, fornecendo valores médios para os impactos ambientais específicos de cada um, mensurados em kg de CO₂ equivalente para o PAG e em kg de SO₂ equivalente para o PA. Dessa forma, para o concreto, adotou-se um coeficiente médio de 250 kg CO₂ eq./m³ para o PAG e 0,5 kg SO₂ eq./m³ para o PA, enquanto para o aço, os coeficientes foram de 1,85 kg CO₂ eq./kg e 0,007 kg SO₂ eq./kg, respectivamente. Multiplicaram-se essas médias pela quantidade utilizada de cada material investigado, conforme documentado na base de Ecoinvent (Wernet *et al.*, 2016) e nas diretrizes do IPCC para emissões de carbono (IPCC, 2006).

Tabela 10 - Determinação da Sustentabilidade da estaca pré-moldada de concreto.

Diâmetro de 29 cm	Unidade	Quantidade	Potencial de aquecimento global [kg CO ₂ eq./ (m ² .a)]	Potencial de acidificação [kg SO ₂ eq./ (m ² .a)]
Concreto	m ³	126,75	31.687,5	1.335,55
Aço	KG	721,92	63,375	5,05

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11 - Determinação da Sustentabilidade da estaca raiz.

Diâmetro de 31 cm	Unidade	Quantidade	Potencial de aquecimento global [kg CO ₂ eq./ (m ² .a)]	Potencial de acidificação [kg SO ₂ eq./ (m ² .a)]
Concreto	m ³	144,84	36.210	72,42
Aço	KG	721,92	1.335,55	5,05

Fonte: Autoria própria.

Tabela 12 - Determinação do Sustentabilidade da estaca Hélice Contínua.

Diâmetro de 30 cm	Unidade	Quantidade	Potencial de aquecimento global [kg CO ₂ ,eq./ (m ² .a)]	Potencial de acidificação [kg SO ₂ ,eq./ (m ² .a)]
Concreto	m ³	204,88	51.220	102,44 kg
Aço	KG	545,20	1.008,62	3,82

Fonte: Autoria própria.

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12, observa-se que a análise comparativa dos potenciais impactos ambientais de cada tipo de estaca é imprescindível para uma escolha de fundação que considere a eficiência estrutural, a viabilidade econômica e os efeitos ambientais. A inclusão de indicadores de sustentabilidade como critério de avaliação contribui para uma perspectiva mais holística do projeto, permitindo que futuras decisões sejam fundamentadas em uma base de sustentabilidade ambiental, promovendo práticas de construção que visam à redução dos impactos ecológicos. Em suma, no presente estudo apoiou-se todas as fundações em solo resistente, numa profundidade de 10 metros, com o intuito de evitar recalque nas fundações e de aproveitar ao máximo a capacidade de carga do solo de fundação, bem como a capacidade estrutural das estacas.

Adotou-se como solução de fundação profunda para o Galpão objeto de estudo, estaca pré-moldada de concreto com diâmetro de 29 cm. Esta definição teve como base, o fato desta solução apresentar-se entre as analisadas como a mais econômica. O projeto geotécnico de fundação do Galpão ficou constituído por 192 estacas pré-moldada de concreto com diâmetro de 29 cm, com comprimento médio de 10 metros, cujo custo de implantação é de R\$ 303.600,00. A Sugestão para trabalhos futuros são a comparação de métodos construtivos em lajes de concreto armado. Também podem ser comparados diferentes sistemas de indicadores de quantitativos de sustentabilidade para diferentes tipos de estacas. Outra possibilidade de trabalho, é utilizar este trabalho para outros estudos de ACV.

CONCLUSÃO

A demonstração da Avaliação do Ciclo de Vida como uma ferramenta fundamental para a melhoria dos produtos e Gestão Ambiental, pois ao se

promover a melhoria dos aspectos ambientais, no entanto se pode atingir um avanço econômico na medida em que os recursos passam a ser mais bem utilizados. A ACV, por ser assentada em modelos qualitativos e quantitativos, se sobressai como uma ferramenta muito objetiva, que assenti chegar a conclusões claras para que sejam tomadas as melhores decisões quanto a reformulação e desenvolvimento do serviço.

Uma das vantagens de analisar o ciclo de vida do produto de maneira global, não se mantendo restrita a apenas uma ou poucas etapas. O foco deste trabalho não foi o de comparar a ACV com outros modelos, pois cada modelo possui sua relevância. É uma questão de aplicabilidade, ou seja, nem sempre o melhor estudo a ser implementado será uma ACV. Por questões que envolvem recursos, pela complexidade do sistema a ser estudado ou pela peculiaridade de determinado produto, pode não ser recomendável a aplicação da ferramenta.

Em frente da conscientização ambiental que vem sendo tomada pela sociedade atual, já visualizando um futuro em que os recursos naturais se tornarão cada vez mais escassos, a aplicação de conceitos de sustentabilidade e a tomada de atitudes que visam promover a preservação dos recursos naturais representam o meio para se contornar a situação a qual o meio ambiente foi e está sendo submetido. Não somente através de sofisticadas ferramentas de Gestão Ambiental, mas também por meio de iniciativas simples no cotidiano, será possível alcançar o desenvolvimento sustentável que tanto se fala hoje em dia.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PPGMADRE) e a Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE).

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Sondagens de simples reconhecimento com SPT. Rio de Janeiro, 2001.

ABREU, D. G.; JEFFERSON, I.; BRAITHWAITE, P. A.; CHAPMAN, D. N. Why is Sustainability Important in Geotechnical Engineering. *In: GeoCongress 2008, Geotechnical Special Publication No. 178*. Dallas: [s.n.], 2008.

ABREU, Igor de; AQUINO, Afonso Rodrigues; ALMEIDA, Josimar Ribeiro. **Análise de Sistema de Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2008.

ALI, M.M.Y.; ARULRAJA, A.; DISFANI, M.M.; PEERATHEEPAN, J. Suitability of Using Recycled Glass-Crushed Rock Blends for Pavement Subbase Applications. *In: GeoFrontiers 2011*, Dallas: [s.n.], 2011.

ANGEOLETTO, Fábio; PINHEIRO, Patrícia. **Os Automóveis e o Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.transporteativo.org.br/site/Banco/6clipping/CarrosXMeioAmbiente.doc>. Acesso em: outubro 2008.

ARAKI, M.S. (1997). Aspectos Relativos às Propriedades dos Solos Porosos Colapsáveis .Distrito Federal – Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM 040A/97, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, UnB. 121 p. – Brasília – Brasil.

ARROW, K.J.; DASGUPTA, P.; MOLER, K.G. Evaluating Projects and Assessing Sustainable Development in Imperfect Economies. **Environment Resource Economics**, v. 26, n. 4, p. 647-685, 2003.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBOZA, Elza Maria Ferraz. **Rotulagem Ambiental: Rótulos ambientais e Análise do Ciclo de Vida (ACV)**. Brasília: IBICT, 2007.

BASTIANONI, S.; NIELSON, N.S.; MARCHETTINI, N.; JORGENSEN, S. Use of Thermodynamic Functions for Expressing Some Relevant Aspects of Sustainability. **International Journal of Energy Research**, v. 29, n. 1, p. 53-64, 2005.

BIER, Clerlei Aparecida; BOUSFIELD, Rodrigo; ABREU, Sabrina. **Estruturação de um plano estratégico para capacitação de recursos voltado para organizações sem fins lucrativos**. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração, Escola Superior de Administração e Gerência, 2006.

BORCHARDT, Miriam; POLTOSI, Leonel Augusto Calliari; SELLITTO, Miguel Afonso; PEREIRA, Giancarlo Medeiros. Implementação do Ecodesign: Um estudo de caso na indústria eletrônica. *In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2007.

BRANDL, H. Energy Foundations and Other Thermo-Active Ground Structures. **Geotechnique**, v. 56, n. 2, p. 81-122, 2006.

BROCH, E. Why Did the Hydropower Industry Go Underground. *In: Norwegian Tunnelling Society Publication*, v. 15, p. 13-18, 2006.

BROWN, M.T.; HERENDEEN, R.A. Embodied Energy Analysis and Emergy Analysis: A Comparative View. **Ecological Economics**, v. 19, n. 3, p. 219-235, 1996.

BUTCHER, A.P.; POWELL, J.J.M.; SKINNER, H.D. **Stonebridge Park - A Demolition Case Study**. *In: International Conference on Reuse of Foundations for Urban Sites*, 2006. p. 321-330.

CAPUTO, HOMERO PINTO. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Vol. 1 Ed. Livros Técnicos. São Paulo, 1988.

CARDOSO, F. B. F. (2002). Propriedades e comportamento mecânico de solos do Planalto Central Brasileiro. **Tese de Doutorado**, Publicação G.TD - 009A/02. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. UnB.357 p. Brasília. Brasil.

CARDOSO, F.B.F., Martins, E.S. and Camapum de Carvalho, J. (1995). Micromorphological Evolution of Collapse in Deeply Weathered Tropical Soils. *In: X Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering* Guadalajara, México, Vol. 1, p.57-65.

CARREIRAS, M.; CASTANHEIRA, É.G.; LOPES, M.A.R.; FERREIRA, A.J.D. **A análise do ciclo de vida como ferramenta de apoio à implementação do Regulamento EMAS II na Escola Superior Agrária de Coimbra**. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra, 2007.

CHEHEBE, José Ribamar. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002.

CINTRA, JOSÉ CARLOS A., AOKI, NELSON, **FUNDAÇÕES POR Estacas, Projetos Geotécnicos**, São Paulo: Oficina dos Textos, 2010, 96 p.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de Janeiro de 1986**.

CUNHA R. P., Camapum de Carvalho (1997). Analysis of the Behavior of a drilled pier foundation in a weathered, foliated and folded slate. *In: Proc. XIV ICSMFE*. V. I. p 785-786. Hamburgo. Alemanha

CUNHA, R. P., PEREIRA, J. H. F. E CARVALHO, J. C. (2003). Evaluation of deep bored foundation behavior on a tropical residual soil via instrumented loading tests. *In: Deep Foundations on Bored and Auger Piles*, p. 367-372. Van Impe. Rotterdam. Países Baixos.

CURRAN, M.A. **Environmental Life Cycle Assessment**. New York: McGraw Hill, 1996.

DÉCOURT, L. (1996). A Ruptura de Fundações Avaliada com Base no Conceito de Rigidez. *In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, SEFE III*. V. 1. p. 225-224. São Paulo. Brasil.

DURNING, Alan. **How Much is Enough? The Consumer Society and the Future of the Earth**. New York: W.W. Norton & Co., 1992.

EPA – Environmental Protection Agency. **Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles**. EPA/600/R-92/245. Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, USA, 1993.

EXAME. **Patrocinador de Planeta Sustentável**. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/abril/patrocinador_261635.shtml. Acesso em: outubro 2008.

FERREIRA, George Bleyer; FRANK, Beate. Avaliação do Ciclo de Vida do Produto: Uma Aplicação Prática para Facilitar a Escolha da Melhor Opção de Projeto no Desenvolvimento de Produto. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2000.

GIANNETTI, Biagio F.; ALMEIDA, Cecília M.V.B. **Ecologia Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

GIANNETTI, Biagio; ALMEIDA, Cecília M.V.B.; RIBEIRO, Celso Munhoz. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial. **Revista de graduação de engenharia química**, São Paulo, v. 11, n. Jan-Jun, p. 13-22, 2003.

GREENPEACE. **Produção Limpa**. Disponível em: http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc. Acesso em: outubro 2008.

HACHICH, W. FALCONI, F. F.; SAES, J. L.; FROTA, R. G. Q.; CARVALHO, C. S. E NIYAMA, S. (1996). **Fundações – Teoria e Prática**. Editora Pini. 751 p. São Paulo. Brasil.

HAHN, Sookap. Os Papéis da Ciência dos Materiais e da Engenharia para uma Sociedade Sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 8, n. 20, p. 1, jan-abr. 1994.

IPCC. (2006). **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**.

ISO 14040. **Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework**. International Organization for Standardization, 2006.

JARDIM, N. A. (1998). Metodologia de Previsão de Capacidade de Carga Vertical e Horizontal Utilizando o Dilatômetro de Marchetti. **Dissertação de Mestrado**, Publicação G.DM 054A/98, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, UnB. 141 p. – Brasília – Brasil.

JOPPERT JÚNIOR, Ivan de Oliveira. Fundações e contenções de edifícios. Pini, São Paulo, 1991.

KRAUS, M.; BEDNÁŘOVÁ, P.; KUBEČKA, K. Contemporary State and Development of a Concept of Passive House. **Applied Mechanics and Materials**, v. 824, p. 403-410, 2016.

KRAUS, M.; KUBEČKOVÁ, D. Airtightness of Energy Efficient Buildings. *In*: 1st Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering, 2013. pp. 29-35.

LAYARGUES, Philippe. O Cinismo da Reciclagem: O Significado Ideológico da Reciclagem da Lata de Alumínio e Suas Implicações para a Educação Ambiental. *In*: LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.). Educação Ambiental: Repensando o Espaço da Cidadania. São Paulo: Cortez, 2002. p. 179-220.

MICHELINI, Arthur Nery da Costa; JAPPUR, Rafael Feyh; SELIG, Paulo Maurício; LERÍPIO, Alexandre de Ávila. Uma Proposta de Incorporação de Indicadores de Ecoeficiência ao Setor Termelétrico Brasileiro a Carvão Mineral. *In*: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004.

OLIVEIRA, Edmar Bonfim; CASTRO, Ana Cristina Fiore; RAIMUNDINI, Simone Letícia; STRUMIELLO, Luis Daniel Pittini. Desenvolvimento Sustentável e Produção Mais Limpa: Estudo de Caso em uma Empresa do Setor Moveleiro. *In*: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

PEREIRA, Raquel da Silva. Marketing Ambiental. *In*: Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 2004.

PORTILHO, Fátima. **Sustentabilidade Ambiental, Consumo e Cidadania**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2008.

SANTOS, Solidia Elizabeth; ANDREOLI, Cleverson V.; SILVA, Christian L. **As Organizações e o Desenvolvimento Sustentável**. 2007.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira; MOREIRA, Josino Costa. Ecoeficiência: Um Instrumento para a Redução da Geração de Resíduos e Desperdícios em Estabelecimentos de Saúde. **Cadernos de Saúde Pública (FIOCRUZ)**, Rio de Janeiro, 2005.

TAKAHASHI, Fabiana; MORAIS, Frank. Avaliação do Ciclo de Vida dos Produtos: Uma Ferramenta de Controle Ambiental. *In*: 2º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2000.

VALT, Renata Bachmann Guimarães. Análise do Ciclo de Vida de Embalagens de PET, de Alumínio e de Vidro para Refrigerantes no Brasil Variando a Taxa de Reciclagem dos Materiais. 2004. **Dissertação (Mestrado em Engenharia)** – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 208 pg.

VELLOSO, ALENCAR DIRCEU; LOPES, FRANCISCO DE RESENDE, **Fundações**, Oficina de Textos, vol 1, São Paulo, 2004.

WERNET, G., BAUER, C., STEUBING, B., REINHARD, J., MORENO-RUIZ, E., & WEIDEMA, B. (2016). **The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology**. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21, 1218–1230.

AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR COMO ESTRATÉGIA PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA E SUSTENTÁVEL DE CIDADÃOS

Silma Costa dos Santos Scotti

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Luiz Henrique Vieira dos Santos

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este capítulo tem como objetivo explorar os fundamentos da educação ambiental, destacando a ambientalização curricular como uma abordagem para integrar temas ambientais nos currículos escolares e universitários. Busca-se compreender como a ambientalização curricular pode transformar a prática pedagógica e promover uma educação integral, crítica e voltada para a sustentabilidade. **Metodologia:** O estudo adota uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, utilizando análise documental e revisão bibliográfica como procedimentos. Foram consultados artigos, livros e diretrizes educacionais, dos últimos dez anos, para investigar a implementação de práticas de ambientalização curricular e metodologias ativas que incentivam a interdisciplinaridade e a inclusão de temas transversais no ensino. **Resultados:** Os resultados destacam a importância de incorporar indicadores de ambientalização curricular para avaliar o nível de integração de práticas sustentáveis no currículo. Discute-se como a ambientalização curricular, ao envolver os alunos de forma ativa e interdisciplinar, contribui para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico e colaboração. **Conclusão:** Conclui-se que a ambientalização curricular é essencial para formar cidadãos comprometidos com a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais. Instituições de ensino e formuladores de políticas devem promover essa abordagem para garantir sua presença contínua e significativa em todos os níveis educacionais.

Palavras-chave: educação ambiental; responsabilidade socioambiental; indicadores de sustentabilidade de ensino; práticas pedagógicas inovadoras; sustentabilidade educacional.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a educação ambiental tem se consolidado como um elemento central para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Diante das crises ambientais e da crescente necessidade de ações sustentáveis, o campo da educação ambiental emerge como uma resposta educacional e política para promover a conscientização ecológica e uma relação equilibrada entre sociedade e natureza. Através de uma abordagem interdisciplinar, a educação ambiental busca não apenas transferir conhecimento, mas também estimular mudanças de comportamento e atitudes que contribuam para a preservação ambiental e a sustentabilidade socioeconômica.

Este capítulo explora os fundamentos teóricos da educação ambiental e destaca a importância da ambientalização curricular como uma estratégia de integração dos temas ambientais nos currículos escolares e universitários. A ambientalização curricular é um processo que visa incorporar temas, princípios e práticas da educação ambiental de forma transversal e interdisciplinar, promovendo uma educação integral e crítica. Essa abordagem permite que estudantes e professores compreendam a complexidade das questões ambientais, integrando conhecimentos de diferentes áreas e aplicando-os de forma prática e contextualizada.

A evolução da educação ambiental e a ambientalização curricular também refletem a necessidade de uma transformação pedagógica e metodológica que possibilite a formação de cidadãos proativos e responsáveis. Neste sentido, a abordagem interdisciplinar e a integração de temas transversais contribuem para uma visão holística da sustentabilidade, favorecendo o engajamento dos alunos com os desafios ambientais contemporâneos e incentivando a colaboração entre comunidade escolar e sociedade.

O capítulo busca, portanto, discutir os conceitos e princípios fundamentais da ambientalização curricular, com o objetivo de evidenciar como esta prática educativa pode fortalecer a formação de uma cidadania ambiental e globalmente responsável. A análise proposta se baseia em uma revisão bibliográfica e documental que contempla a literatura acadêmica mais recente, leis e diretrizes nacionais e internacionais sobre educação ambiental, oferecendo uma perspectiva abrangente sobre o papel e os desafios da educação ambiental no contexto educacional atual.

MÉTODOS

Este estudo foi conduzido sob a ótica da pesquisa qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, método escolhido por sua capacidade de propiciar uma análise aprofundada e atribuir significados aos dados obtidos, conforme defendido por Minayo (2010). A metodologia qualitativa possibilita explorar a complexidade das interações humanas e a profundidade dos fenômenos sociais, o que é essencial para compreender a evolução e os desafios da educação ambiental. Conforme Minayo (2010), a pesquisa qualitativa auxilia na construção de novas ideias e perspectivas sobre temas complexos, respeitando as diversas experiências sociais. Esse método é especialmente relevante ao abordar temas amplos e em constante transformação, como a educação ambiental. Esta pesquisa viabiliza uma compreensão ampla e detalhada dos processos de educação ambiental e seus desafios contemporâneos, abordando aspectos complexos e multidimensionais que demandam uma abordagem interdisciplinar.

Os procedimentos metodológicos combinaram análise documental e revisão bibliográfica extensa, realizada no Portal de Periódicos da CAPES, sites de artigos acadêmicos, livros, revistas e legislações que regulamentam diretrizes educacionais no Brasil, que permitiu delinear o contexto e os princípios subjacentes à educação ambiental e ambientalização curricular.

Para a coleta de dados, foram empregados os termos: “educação ambiental” e “ambientalização curricular”, resultando em mais de 70 publicações, das quais 39 artigos dos últimos 10 anos foram selecionados para análise, permitindo uma visão atualizada e consolidada sobre a importância da educação ambiental e sua implementação prática. Este recorte visa capturar o estado atual do campo, focando nas contribuições recentes que consolidam a educação ambiental como um pilar essencial na formação cidadã e socioambiental.

FUNDAMENTOS E EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: INTERDISCIPLINARIDADE, AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR E SUSTENTABILIDADE

Este estudo explora os pilares teóricos que fundamentam a educação ambiental, com foco na conscientização ecológica, sustentabilidade e cidadania planetária. Inicialmente, examina-se a evolução histórica dessa área no contexto

educacional, suas conexões com a interdisciplinaridade e os principais desafios para integrar práticas ambientais nos currículos. Além disso, apresenta os princípios norteadores que orientam a implementação da educação ambiental em diferentes níveis de ensino, com destaque para a formação crítica e participativa.

A educação ambiental (EA) consolidou-se como uma dimensão essencial para a formação de indivíduos críticos e comprometidos com a sustentabilidade socioambiental. Assim, a abordagem do tema aqui apresentada inclui uma análise da ambientalização curricular, processo que visa integrar princípios ecológicos e éticos nas práticas pedagógicas de maneira transversal. Além disso, será discutida a interdisciplinaridade como uma ferramenta central para abordar questões ambientais complexas, exigindo articulação entre saberes diversos e áreas do conhecimento, e promovendo uma formação mais sistêmica e contextualizada. Desta maneira, pretende-se entender como essas perspectivas podem fortalecer uma cultura educativa pautada na responsabilidade ambiental e cidadania global.

O histórico da EA tem sido amplamente documentado, e, ao longo dos anos, o tema ganhou relevância. No entanto, a progressão contínua dessa temática requer um debate permanente, considerando que o meio ambiente é essencial para a sobrevivência humana. Nesse contexto, a EA emergiu como um campo de estudo e prática tanto em escala global quanto nacional nas últimas décadas do século XX, essencial para abordar os desafios nas interações entre sociedade, educação e meio ambiente (Silva, 2007; Caride, Meira Cartea, 2020; Guenther, Pedroza, 2023).

Nesse sentido, a EA tornou-se tema de interesse e debate na vida social mundial. Sua relevância ganhou prospecção, a partir da década de 70, pois diante de uma crise ambiental iminente, a educação foi lembrada em fóruns de discussão como um dos instrumentos importantes na busca de soluções (Da Costa Lima, 2015).

O conceito de educação ambiental, segundo Da Costa Lima (2015), emergiu como um campo de estudo e prática tanto em escala global quanto nacional nas últimas décadas do século XX. Sua essência reside na abordagem dos problemas evidentes nas interações entre sociedade, educação e meio ambiente. Atualmente, a questão ambiental transcende fronteiras, figurando como tema central em diversos fóruns e diretrizes de políticas públicas.

No ensino superior, a EA assume um papel crucial ao promover mudanças comportamentais significativas, alcançadas por meio de metodologias inovadoras que integram a transversalidade ambiental nos currículos dos cursos de graduação. A preocupação com a EA no Ensino Superior tem levado pesquisadores a investigarem como está ocorrendo a integração da temática nesses lugares de formação. Embora a maioria dos “estudos configura-se como diagnóstico curricular de cursos e eventualmente de disciplinas específicas [...] e poucas pesquisas implementam e avaliam propostas de ambientalização curricular” (Rink, 2014, p. 5), estas investigações contribuem, e muito, para (re)pensar este processo a fim de potencializá-lo na prática.

Correia e De Poletto (2020) sugerem que, embora alguns vejam a EA como um conceito contemporâneo, suas raízes remontam aos tempos antigos, quando os seres humanos dependiam da terra para sobreviver. Naquele período, havia uma consciência inata da importância de preservar o meio ambiente para as gerações futuras. Com o avanço das técnicas, porém, essa consciência se expandiu, e o uso dos recursos naturais tornou-se mais intenso, muitas vezes em detrimento da qualidade ambiental e em favor do lucro financeiro (Krüger, 2001).

Os autores Pato, Sá e Catalão (2009) corroboram que a EA não é apenas uma disciplina nova, mas um campo fértil para inovações e conexões interdisciplinares. Surge, assim, o questionamento sobre como a interseção entre educação e meio ambiente se manifesta e quais tendências emergem desse diálogo. No contexto acadêmico, indaga-se sobre a possibilidade de identificar autores e conceitos predominantes, bem como metodologias específicas ou se a diversidade é uma característica intrínseca deste domínio. Dessa forma, torna-se relevante explorar as conexões que entrelaçam as perspectivas presentes no campo, promovendo uma análise crítica das abordagens e contribuições que permeiam esse conhecimento.

A comparação do processo de conscientização ambiental entre o Brasil, os Estados Unidos e países europeus revela que, no Brasil, esse movimento ocorreu relativamente mais tarde (Da Costa Lima, 2015). Em resposta, a educação ambiental no ensino superior busca consolidar a inclusão dessa temática na formação acadêmica. Além de ser um tema de interesse, a EA fomenta questionamentos em distintos segmentos sociais, com o ambiente escolar se destacando como

espaço ideal para promover a construção de conhecimento tanto no contexto individual quanto coletivo.

A integração de temas ambientais através de diferentes disciplinas é fundamental para uma abordagem holística da educação ambiental. Para Jickling e Wals (2008), a abordagem interdisciplinar favorece a compreensão holística dos problemas ambientais, permitindo que os estudantes percebam as conexões entre diversas áreas do conhecimento. Wals e colaboradores (2008) argumentam que a aprendizagem social é necessária para capacitar indivíduos a enfrentar desafios ambientais complexos, promovendo reflexão crítica, colaboração e ação coletiva. Em consonância com essa perspectiva, o meio ambiente tem ocupado o centro das discussões globais, com questões como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e gestão de recursos naturais gerando debates e exigindo ações nos âmbitos local, nacional e internacional.

O Ministério da Educação (MEC), por meio da Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012, que delineia as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, destaca a importância de ensinar educação ambiental de maneira transversal. Essas diretrizes preveem a inclusão da EA em todos os componentes curriculares e atividades escolares, ao invés de tratá-la como um assunto isolado, promovendo uma educação ambiental abrangente e integrada (Brasil, 2012).

Nesse contexto, torna-se incumbência das Instituições de Ensino promover e fomentar a EA de maneira integral em seus projetos pedagógicos, conforme trata o artigo 16 da resolução 02 de 15 de junho de 2012.

Art. 16. A inserção dos conhecimentos concernentes à Educação Ambiental nos currículos da Educação Básica e da Educação Superior pode ocorrer: I - pela transversalidade, mediante temas relacionados com o meio ambiente e a sustentabilidade socioambiental; II - como conteúdo dos componentes já constantes do currículo; III - pela combinação de transversalidade e de tratamento nos componentes curriculares. (Brasil, 2012, p. 5)

Ao considerar a organização da temática ambiental nas universidades, é fundamental refletir sobre a concepção do currículo e a estrutura curricular em consonância com as políticas educacionais, além da formação dos professores que educarão os futuros educadores ambientais (Barba e Cavalari, 2013). Desse modo, é imperativo refletir sobre a concepção do currículo e a estrutura curricular

à luz das políticas educacionais, bem como sobre a formação dos professores responsáveis pela educação ambiental. A complexidade desse desafio reside em integrar princípios de sustentabilidade e consciência ambiental de maneira transversal e interdisciplinar, envolvendo múltiplas áreas do conhecimento e práticas pedagógicas.

INTEGRAÇÃO INTERDISCIPLINAR E TRANSVERSALIDADE NA AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR

Nesta seção, são discutidos os conceitos fundamentais da ambientalização curricular e sua relevância no contexto educacional. A ambientalização curricular envolve a integração transversal e interdisciplinar de questões ambientais nos currículos escolares. Este processo visa não apenas incluir conteúdos específicos sobre o meio ambiente, mas transformar a abordagem pedagógica, promovendo uma visão holística e contextualizada da educação ambiental.

O objetivo é preparar os alunos para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, desenvolvendo uma consciência crítica e senso de responsabilidade. Junyent, Geli e Arbat (2003) definem a ambientalização curricular como um processo contínuo de formação cultural, voltado para preparar profissionais comprometidos com as melhores relações entre sociedade e natureza, baseando-se em valores de justiça, solidariedade e equidade.

A ambientalização curricular não se limita à inclusão de conteúdos sobre meio ambiente em disciplinas específicas, mas procura transformar a própria abordagem educacional, incentivando a interconexão entre conhecimento, valores e ações.

Essa transformação curricular sugere uma reformulação das práticas educacionais, de modo que o desenvolvimento sustentável se torne um foco principal na formação dos estudantes, promovendo assim uma cidadania voltada para o meio ambiente (Barbieri, Silva, 2011). A importância da ambientalização curricular reside na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Ao incorporar temas ambientais no currículo, os alunos são incentivados a refletir sobre o impacto de suas ações no meio ambiente e a adotar comportamentos mais sustentáveis. Essa formação crítica é essencial para que

eles possam atuar de forma responsável e proativa na sociedade, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais.

Além disso, a ambientalização curricular promove o desenvolvimento de habilidades importantes para o século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas complexos e a colaboração. Ao abordar questões ambientais de forma interdisciplinar, os alunos aprendem a conectar conhecimentos de diferentes áreas, como ciências naturais, sociais e humanas, para entender e solucionar problemas ambientais.

Geli (2002) argumenta que a ambientalização curricular busca promover o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes em professores e alunos. Essa abordagem também tem impacto positivo na comunidade escolar e na sociedade em geral, pois promove uma cultura de sustentabilidade que envolve alunos, professores, funcionários e a comunidade local, estimulando a participação e o engajamento em prol de um ambiente sustentável.

Outro aspecto relevante da ambientalização curricular é o seu impacto positivo na comunidade escolar e na sociedade em geral. Escolas que adotam essa abordagem tendem a promover uma cultura de sustentabilidade, envolvendo não apenas os alunos, mas também os professores, funcionários e a comunidade local. Projetos e atividades relacionados ao meio ambiente podem estimular a participação e o engajamento comunitário, criando uma rede de colaboração em prol da sustentabilidade.

A definição de ambientalização curricular com base científica ou acadêmica pode ser entendida como a incorporação e integração de temas, princípios e práticas da educação ambiental nos currículos escolares e universitários. Esse processo visa não apenas a inserção de conteúdo específicos sobre meio ambiente, mas a transformação das abordagens pedagógicas, metodológicas e estruturais de forma a promover uma educação integral, crítica e emancipatória voltada para a sustentabilidade e a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental (Junyent, Geli, Arbat, 2003; Guerra, Figueiredo, 2014).

Princípios e Abordagens da Ambientalização Curricular

A ambientalização curricular, baseada em fundamentos científicos e acadêmicos, refere-se à incorporação de temas, princípios e práticas da educação

ambiental nos currículos escolares e universitários. Esse processo não se limita à inclusão de conteúdos sobre meio ambiente, mas busca transformar abordagens pedagógicas, metodológicas e estruturais. O foco é promover uma educação integral, crítica e emancipatória, voltada para a sustentabilidade e a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental.

A Ambientalização Curricular é um processo contínuo de produção cultural que visa a formação de profissionais comprometidos com a busca permanente das melhores relações possíveis entre a sociedade e a natureza, atendendo aos valores de justiça, solidariedade e equidade, aplicando os seguintes princípios: ética universalmente reconhecida e respeito pela diversidade (Junyent; Geli; Arbat, 2003 p. 7)

Os principais aspectos da ambientalização curricular incluem a integração de conceitos ambientais, como ecologia e sustentabilidade, em diversos níveis e disciplinas do currículo. A formação integral do aluno é um objetivo central, buscando desenvolver não apenas conhecimento técnico-científico, mas também valores éticos e comportamentos responsáveis em relação ao meio ambiente. Esse enfoque abrange problemas ambientais em escalas local e global, permitindo aos alunos compreenderem a interconexão entre diferentes realidades ambientais. A participação e o engajamento comunitário são promovidos, incentivando os alunos a se envolverem em atividades e projetos que envolvam a comunidade, fortalecendo o engajamento social e a cidadania ativa em questões ambientais.

Além disso, destaca-se a interdisciplinaridade, que conecta diferentes áreas do conhecimento e demonstra a transversalidade dos temas ambientais, afetando ciências, geografia, história, economia e sociologia. Metodologias ativas e críticas são incentivadas, envolvendo os alunos de maneira ativa e reflexiva por meio de projetos, estudos de caso, trabalhos de campo e debates.

Assim, uma abordagem transversal é importante na disseminação de temas ambientais nos currículos dos cursos de Ensino Superior. Desta maneira, as disciplinas não se limitam a um único campo específico de estudo, mas abrangem diversos aspectos e podem ser aplicadas em múltiplas áreas.

Temas transversais são um conjunto de conteúdos educativos e eixos condutores da atividade escolar que, não estando ligados a nenhuma matéria particular, pode-se considerar que são comuns a todas, de forma que, mais do que criar novas disciplinas, ache-se conveniente que seu tratamento seja transversal num currículo global da escola (Yus, 1998, p. 17).

Portanto, fica evidente a importância dos temas transversais na educação como elementos integradores e essenciais na formação acadêmica e pessoal dos alunos. Esses temas, por não estarem vinculados a uma disciplina específica, são considerados comuns a todas as áreas do conhecimento, facilitando uma abordagem integrada e interdisciplinar no currículo.

A interdisciplinaridade permite que os alunos compreendam como diferentes áreas do conhecimento se interconectam e como os problemas ambientais afetam diversos aspectos da vida social e profissional. Por exemplo, a disciplina de Sociologia no curso de Enfermagem pode abordar a relação entre sociedade e meio ambiente, explorando como fatores sociais influenciam as questões ambientais e vice-versa.

A inclusão de temáticas ambientais nas disciplinas transversais não apenas amplia o alcance da educação ambiental, mas também fortalece a formação dos alunos ao prepará-los para enfrentar os desafios ambientais de maneira integrada e colaborativa. Ao abordar questões ambientais de diferentes perspectivas, os alunos são incentivados a desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis, contribuindo para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável.

INDICADORES DE AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR

Como identificar um bom indicador? Um bom ponto de partida é conhecer as propriedades desse indicador. A literatura apresenta várias propriedades desejáveis, e todas são mais ou menos as mesmas (De Carvalho, Barcellos, 2009). A referência aos autores indica que essas ideias são fundamentadas em pesquisas acadêmicas, conferindo credibilidade ao argumento. Por isso, os autores destacam que a avaliação criteriosa das propriedades dos indicadores é essencial para garantir que eles sejam úteis e eficazes na medição e no acompanhamento de fenômenos específicos.

Nesse sentido, identificar um bom indicador envolve conhecer suas propriedades fundamentais, conforme corrobora os autores:

Resumidamente, um bom indicador é aquele em que podemos confiar, é útil e não é caro. Um indicador precisa tratar de um tema relevante, ter base na teoria (validade), ter uma boa cobertura estatística (em termos regionais e de seus componentes, etc.), ser sensível às mudanças do objeto que está sendo mensurado, ser específico para esse objeto, ser de fácil entendimento para o público especializado (inteligibilidade de sua construção) e para o público em geral (comunicação), ser periodicamente atualizável, ser desagregável nas suas partes e ter uma série histórica (De Carvalho; Barcellos, 2009, p. 45).

Os indicadores de ambientalização curricular são subsídios eficazes que promovem a integração de práticas sustentáveis e a conscientização ambiental no ensino superior. Eles incluem a interdisciplinaridade e flexibilidade curricular, metodologias ativas de aprendizado, projetos de extensão e atividades complementares. A implementação de uma educação ambiental efetiva em instituições de ensino depende de indicadores claros e robustos que permitam avaliar o grau de integração das questões ambientais no currículo.

Os indicadores garantem que os estudantes adquiram não apenas conhecimentos teóricos, todavia, desenvolvam habilidades práticas e atitudes que favoreçam a sustentabilidade. Esses indicadores são incorporados de forma estruturada no currículo, assegurando uma educação integral que prepara os alunos para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

Segundo Gallopin (1996), os indicadores mais desejados são aqueles que resumam ou, de outra maneira, simplifiquem as informações relevantes, façam com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes é particularmente importante na gestão ambiental.

Esses indicadores de ambientalização curricular são ferramentas que possibilitam a análise da presença, intensidade e impacto dos temas ambientais nas práticas pedagógicas, tanto no nível escolar quanto universitário. Eles oferecem uma base para monitorar e direcionar o processo de ambientalização, permitindo ajustes e aprimoramentos conforme necessário.

Nesse sentido, debates e discussões realizadas em torno da proposta de “ambientalização curricular”, no ano de 2001, um grupo que envolveu 11 universidades

de 7 países da América Latina e da Europa propôs a constituição de uma rede denominada Red Aces Ambientalização Curricular do Ensino Superior. A Red ACES colabora com universidades de diferentes continentes, visando o desenvolvimento de critérios que contribuam para a formação de profissionais mais conscientes sobre a interação entre sociedade e meio ambiente. Entre os países participantes estão Brasil, Alemanha, Espanha, Argentina, Cuba, Itália e Portugal.

A Red Aces propôs 10 indicadores de ambientalização curricular apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores de Ambientalização Curricular propostos pela Red Aces.

CARACTERÍSTICAS	COMPREENSÃO DE SEU SIGNIFICADO
1. Compromisso para a transformação das relações Sociedade-Natureza	Construção/reconstrução de uma visão de mundo (concepções, valores, atitudes e práticas individuais e coletivas) que gere uma ação transformadora do meio sociocultural e natural.
2. Complexidade (visão de mundo)	Presença do pensamento complexo e dos princípios do paradigma da complexidade na forma de 'ver, sentir e estar' no mundo.
3. Ordem disciplinar: flexibilidade e permeabilidade	Aceitar/possibilitar mudanças e aberturas para dialogar com as diferenças de ideias e posições filosóficas/metafísicas/epistemológicas numa permanente postura de reflexão crítica sobre os processos de formação.
4. Contextualização: local-global-local global-local-global	Integrar os conhecimentos/concepções ao cotidiano social.
5. Levar em conta o sujeito na construção do conhecimento	Construir um ambiente de trabalho diversificado para possibilitar a emergência das diferenças e idiossincrasias e garantir a participação efetiva dos alunos tanto no campo intelectual quanto emocional.
6. Considerar os aspectos cognitivos e afetivos dos envolvidos	Fornecer suporte integral (material, estrutural, pedagógico, psicológico) para a formação de habilidades, construção de conhecimentos e produção de diferentes formas de expressão (arte, religião, filosofia, política).
7. Coerência e reconstrução entre teoria e prática	Exercício permanente de reflexão e crítica na produção do conhecimento de forma a articular de maneira mais coerente os movimentos da teoria e da prática.
8. Orientação prospectiva de cenários alternativos	Reflexão e compromisso com a construção de novas visões de ciência/sociedade/tecnologia/ambiente na perspectiva de uma participação responsável com as gerações atuais e futuras.
9. Adequação metodológica	Vinculação coerente entre as práticas educacionais e os pressupostos teóricos que as fundamentam a partir de modelos metodológicos e processos reflexivos-avaliativos que favoreçam essa articulação.

CARACTERÍSTICAS	COMPREENSÃO DE SEU SIGNIFICADO
10. Espaços de reflexão e participação democrática	Criação e manutenção de estratégias e espaços que possibilitem a participação democrática e reflexiva de todos os agentes, com autonomia para a tomada de decisões e capacidade para implementá-las (suporte político, administrativo, material) econômico, etc)

Fonte: Red Aces (Oliveira, Freitas, 2003).

Os principais aspectos dos indicadores de ambientalização curricular incluem:

- **Integração de Conceitos Ambientais:** Medida de como temas como sustentabilidade, ecologia e conservação são abordados em diferentes disciplinas e níveis do currículo. Esse indicador reflete a flexibilidade e a permeabilidade do currículo para acomodar questões ambientais de maneira transversal e interdisciplinar.
- **Complexidade e Visão Holística:** Avalia a capacidade do currículo de promover uma compreensão complexa e interconectada das questões ambientais. Esse aspecto se concentra em estimular uma visão de mundo que reconheça as interdependências entre os sistemas natural e social.
- **Orientação para a Transformação Social:** Indicador que mede o compromisso da instituição com a formação de cidadãos capazes de agir em prol de uma sociedade mais justa e sustentável. Esse aspecto valoriza práticas pedagógicas que incentivem os alunos a refletirem sobre seu papel na transformação das relações entre sociedade e natureza.
- **Interdisciplinaridade e Transversalidade:** Refere-se à presença de conexões entre diferentes áreas do conhecimento e à inclusão de temas ambientais como eixo transversal no currículo. Esse indicador destaca a importância de metodologias ativas e críticas que envolvam os alunos em projetos, estudos de caso e debates interdisciplinares.
- **Participação e Engajamento Comunitário:** Avalia a promoção de atividades que conectem a comunidade escolar e local, estimulando o engajamento social e a cidadania ativa. Este indicador considera como a instituição fomenta projetos e ações de sustentabilidade que envolvam não apenas os alunos, mas também a comunidade e os parceiros externos.

- **Adequação Metodológica:** Observa a adaptação das metodologias de ensino para abordar a complexidade dos temas ambientais. Indicadores nesse aspecto avaliam a diversidade de métodos pedagógicos empregados, incentivando uma abordagem crítica e reflexiva que promove o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas.

Esses indicadores, portanto, permitem avaliar não apenas o conteúdo, mas a qualidade e a profundidade das práticas de educação ambiental. Eles são essenciais para assegurar que a ambientalização curricular não seja apenas simbólica, mas uma prática que transforma o ambiente educacional e promove uma formação crítica, ética e sustentável.

CONCLUSÃO

A análise da ambientalização curricular evidencia seu papel crucial na formação de uma educação ambiental integrada, crítica e participativa, capaz de preparar os alunos para os desafios socioambientais contemporâneos. Ao longo do capítulo, foram discutidos os fundamentos teóricos e práticos que embasam a integração de temas ambientais nos currículos escolares e universitários, destacando a importância de uma abordagem interdisciplinar e transversal. Este processo vai além da simples inserção de conteúdos ecológicos, promovendo uma transformação pedagógica e metodológica que envolve alunos, professores e a comunidade, fomentando uma cultura de sustentabilidade.

A ambientalização curricular, ao incorporar valores de justiça, equidade e responsabilidade social, contribui para o desenvolvimento de uma cidadania planetária, incentivando os alunos a refletirem sobre o impacto de suas ações e a se engajarem em práticas sustentáveis. Esse enfoque é essencial para que o ensino não apenas informe, mas inspire mudanças reais na forma como as futuras gerações interagem com o meio ambiente.

Os indicadores de ambientalização curricular, discutidos no capítulo, desempenham um papel fundamental ao fornecer critérios para avaliar e direcionar a implementação da educação ambiental. Esses indicadores garantem que o processo de ambientalização seja consistente, abrangente e adaptado

às necessidades e contextos de cada instituição educacional, promovendo uma educação integral e comprometida com a sustentabilidade.

Dessa forma, conclui-se que a ambientalização curricular representa um passo significativo na construção de uma educação voltada para o desenvolvimento sustentável. Para que essa proposta seja efetivamente implementada, é necessário o comprometimento das instituições de ensino, dos formuladores de políticas e dos educadores, que devem trabalhar em conjunto para fortalecer e expandir essa abordagem, garantindo sua presença contínua e relevante nos diversos níveis de ensino.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

Barba, C. H.; Cavalari, R. M. F. "Ambientalização curricular" no ensino superior: o caso da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) - campus de Porto Velho. **Anais do EPEA - Encontro Pesquisa em Educação Ambiental**, Rio Claro-SP, v. 7, 2013.

Barbieri, J. C.; Silva, D. da. Desenvolvimento sustentável e Educação Ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 51-82, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712011000300004>.

Brasil. Resolução n. 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 2012.

Caride, J. A.; Meira Cartea, P. A. La educación ambiental en los límites, o la necesidad cívica y pedagógica de respuestas a una civilización que colapsa. **Revista Interuniversitaria**, Salamanca, n. 36, p. 21-34, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7607759>. Acesso em: 30 out. 2024.

Correia, S. J.; De Poletto, R. A educação ambiental e seus desafios: um olhar acerca das escolas municipais de São Sebastião da Amoreira-PR. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2020. <https://doi.org/10.47401/revisea.v7i2.14685>.

Da Costa Lima, G. F. **Educação ambiental no Brasil: formação, identidades e desafios**. Campinas: Papirus, 2015.

De Carvalho, P. G. M.; Barcellos, F. C. Construindo indicadores de sustentabilidade. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 37, n. 1, 2009. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/2280/2656>. Acesso em: 30 out. 2024.

Gallopin, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators: a system approach. **Environmental Modelling & Assessment**, v. 1, p. 101-117, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01874899>.

Geli, A. M. Introdução. Universidade, sustentabilidade e ambientalização curricular. In: Arbat, E.; Geli, A. M. **Ambientalización curricular de los Estudios Superiores: Aspectos ambientales de las Universidades**. Girona: Universitat de Girona, Red ACES, 2002. v. 1, p. 15-18.

Guenther, M.; Pedroza, M. A educação ambiental no Brasil: marcos legais e implementação curricular. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Universidade de Pernambuco, 2023. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/17629>. Acesso em: 30 out. 2024.

Guerra, A. F. S.; Figueiredo, M. L. Ambientalização curricular na educação superior: desafios e perspectivas. **Educar em Revista**, p. 109-126, 2014. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38110>.

Jickling, B.; Wals, A. E. J. Globalization and environmental education: looking beyond sustainable development. **Journal of Curriculum Studies**, v. 40, n. 1, p. 1-21, 2008. <https://doi.org/10.1080/00220270701684667>.

Junyent, M.; Geli, A. M.; Arbat, E. Características de la ambientalización curricular: modelo ACES. In: Junyent, M.; Geli, A. M.; Arbat, E. (org.). **Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores: Proceso de Caracterización de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores**. Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003.

Krüger, E. L. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 4, p. 37-43, jul/dez 2001. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

Minayo, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2010.

Oliveira, H. T.; Freitas, D. O contexto político-pedagógico e a construção de características para diagnosticar e implementar a ambientalização curricular nos cursos de graduação na Universidade Federal de São Carlos, Brasil. In: Junyent, M.; Geli, A. M.; Arbat, E. (org.). **Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores: Proceso de Caracterización de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores**. Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003.

Pato, C.; Sá, L. M.; Catalão, V. L. Mapeamento de tendências na produção acadêmica sobre educação ambiental. **Educação em Revista**, v. 25, n. 3, p. 213-233, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982009000300011>.

Rink, J. Ambientalização Curricular na Educação Superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009). 2014. 254 f. **Tese (Doutorado)** – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000937435&go=x&code=x&unit=x>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Silva, R. L. F. O meio ambiente por trás da tela: estudo das concepções de educação ambiental dos filmes da TV escola. 2007. **Tese (Doutorado em Educação)**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi: <https://doi.org/10.11606/T.48.2007.tde-25042007-104315>.

Wals, A. E. J.; Geerling-Eijff, F.; Hubeek, F.; van der Kroon, S.; Vader, J. All Mixed Up? Instrumental and Emancipatory Learning Toward a More Sustainable World: Considerations for EE Policymakers. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 7, n. 3, p. 55-65, 2008. <https://doi.org/10.1080/15330150802473027>.

Yus, R. **Temas transversais: em busca de uma nova escola**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR NO CURSO DE AGROECOLOGIA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA/DF - IFB

João Paulo Morais Faria Alves

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este estudo teve como objetivo examinar a implementação da Ambientalização Curricular no Curso Superior em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília/DF – IFB, *Campus Planaltina*.

Métodos: Para tanto, investigou-se como a temática ambiental e os indicadores relacionados à Rede de Ambientalização Curricular do Ensino Superior (Rede ACES) são incorporados ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), ao Projeto Pedagógico do Curso de Agroecologia (PPC) e aos Planos de Ensino (PE). A abordagem exploratória e descritiva incluiu métodos bibliográficos, documentais e de levantamento de dados quali-quantitativos, por meio da identificação de palavras-chave nos documentos.

Resultados: Os resultados mostraram 67 ocorrências de radicais relacionados ao tema ambiental no PDI, com destaque para "soc-" (14) e "ecolog-" (16). No PPC, o radical "ecolog-" foi o mais frequente (12), seguido por "soc-" (10). Nos PE, observou-se uma distribuição equilibrada entre os radicais, destacando-se "sustent-" (30) e "soc-" (25). Em relação aos indicadores da Rede ACES, estes estavam presentes em 9 das 51 disciplinas do curso, todas contendo ao menos 5 dos indicadores, embora de forma desigual.

Conclusão: Os resultados sugerem que a instituição reconhece a importância de integrar a sustentabilidade em sua estrutura e está ativamente implementando tais conceitos, apesar de ainda haver necessidade de adaptações no Plano de Ensino para melhor refletir a realidade do curso.

Palavras-chave: sustentabilidade; abordagens pedagógicas; estruturas curriculares; meio ambiente.

INTRODUÇÃO

A incorporação da temática ambiental no contexto educacional tem se tornado uma necessidade premente na sociedade atual, impulsionada pela crescente preocupação com os desafios ambientais e a busca por um desenvolvimento sustentável (Gomes; Brasileiro; Caeiro, 2020). Nesse sentido, o Curso Superior em Agroecologia, oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília/DF – IFB, apresenta-se como uma oportunidade de promover a conscientização ambiental e preparar profissionais capacitados para atuarem de forma sustentável no setor agroecológico.

A Ambientalização Curricular pode ser definida como a inserção transversal e integrada das questões ambientais nos currículos dos cursos superiores e visa promover uma formação mais abrangente e consciente em relação aos desafios ambientais da atualidade (Da Rosa; Malacarne, 2016; Ribeiro; Malvestio, 2021). Sendo essencial para preparar os alunos para os desafios ambientais do século XXI. Integrar a sustentabilidade no currículo promove a conscientização ecológica e a responsabilidade ambiental, incentivando práticas sustentáveis (King, 2015). Esse processo é crucial para a formação de profissionais comprometidos com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, uma vez que não apenas amplia o conhecimento dos estudantes, mas também os capacita a implementar soluções inovadoras para problemas ambientais contemporâneos.

Muitos autores relatam que a crescente degradação do meio ambiente natural, acentuada nos últimos anos devido à intensificação da industrialização e ao crescimento populacional, tem despertado uma maior conscientização sobre as questões socioambientais. Nesse contexto, surge a necessidade de uma reflexão aprofundada sobre o papel da ciência e a responsabilidade humana diante dos desafios ambientais (Günther, 2006; Barsano; Barbosa, 2012; Arruda; Da Cunha; Milioli, 2020; Arana; Bertoli, 2021; Liczbinski, 2021).

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília-DF, *Campus Planaltina*, objeto de estudo do presente trabalho, tem mais de 60 anos de história. Foi a antiga Escola Agrotécnica e Colégio Agrícola e um sonho concretizado pelo presidente Juscelino Kubistchek de construir Brasília com visão de promover o auto abastecimento do Distrito Federal. A Escola Agrotécnica de Brasília foi criada em 17 de fevereiro de 1959 (Plano de Metas – Lei nº 3.552, de

16 de fevereiro de 1959, e Exposição de Motivos nº 95/DOU) e inaugurada efetivamente em 21 de abril de 1962. Como desdobramento do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, o Ministério da Educação cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, desta forma a Escola Técnica de Brasília, então em implantação, foi transformada em Instituto Federal de Brasília pela Lei nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008, com cinco campi, entre os quais está o *Campus Planaltina*.

A ambientalização curricular em instituições federais no Brasil é uma abordagem fundamental para integrar a sustentabilidade na educação superior. Segundo Guerra; Figueiredo; Ruscheinsky (2014), essa prática visa incorporar princípios de sustentabilidade em todas as disciplinas, promovendo uma formação integral dos alunos. As iniciativas incluem desde a gestão ambiental nos campi até a promoção de projetos de extensão voltados para a sustentabilidade local, preparando os estudantes para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e responsáveis.

De acordo com o Ministério da Educação, as instituições de ensino superior devem, ao elaborar seus projetos pedagógicos, definir claramente os elementos que sustentam a concepção do curso, seu currículo integral e sua operacionalização. Esses elementos incluem, além dos objetivos gerais do curso, a consideração dos contextos institucionais, políticos, geográficos e socioambientais em que a instituição está inserida. Essa definição clara garante que a proposta pedagógica seja bem fundamentada e contextualizada, alinhando o curso às necessidades e peculiaridades da região, e contribuindo para uma formação acadêmica mais relevante e integrada com a realidade local (BRASIL, 2012).

A Unoeste e a Faculdade Horizonte estabeleceram uma significativa parceria para implementar um mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, inserido no Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*, por meio do Projeto de Cooperação entre Instituições para Qualificação de Profissionais de Nível Superior (PCI). Esta colaboração, respaldada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), resulta na oferta de um curso de alta relevância acadêmica e profissional. O acordo entre as instituições, com sedes em Presidente Prudente e Brasília, visa atender à demanda por qualificação de profissionais em diversas áreas, como arquitetura, engenharia civil, engenharia ambiental e demais geociências.

A presente pesquisa seguiu questões norteadoras como: O projeto pedagógico do curso de Agroecologia oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília/DF - IFB aborda a temática ambiental? As disciplinas que abordam a temática ambiental no curso apresentam indicadores de Ambientalização Curricular? Quais são as temáticas ambientais que o curso de Agroecologia do IFB de Brasília/DF tem abordado?

Com base na Instrução Normativa nº 10, que estabelece as diretrizes para a elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (PGLS), do Decreto 7746/12 que regulamenta a política ambiental nas universidades, e considerando a perspectiva da Rede ACES e seus indicadores de Ambientalização Curricular, a hipótese levantada foi de que o curso de Agroecologia oferecido pelo IFB apresenta uma preocupação sócio-ambiental evidenciada por meio de um plano pedagógico que incorpora a temática ambiental. No entanto, é possível que o curso possa apresentar fragilidades em relação ao cumprimento integral dos indicadores de Ambientalização Curricular propostos pela Rede ACES. Assim, o principal objetivo deste estudo foi analisar o processo de ambientalização curricular no curso de Agroecologia oferecido pelo IFB.

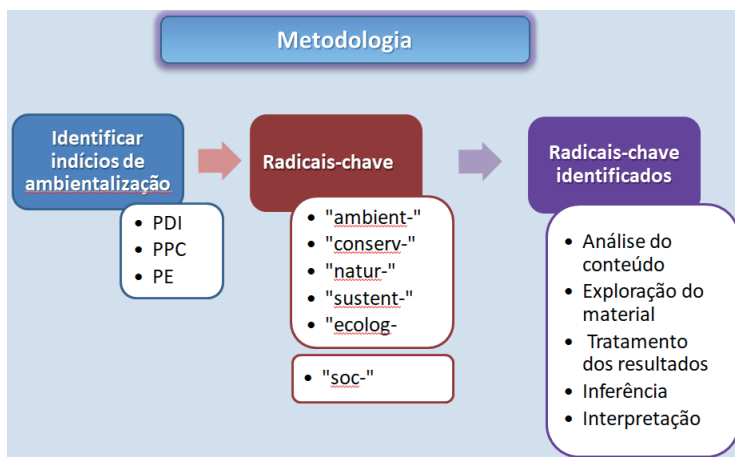
MÉTODOS

Procedimentos metodológicos

Foi realizada uma pesquisa de natureza básica, com abordagem quali-quantitativa, caráter exploratório e procedimento documental. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa exploratória, por meio de uma revisão bibliográfica sobre a Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização Curricular em cursos de Agroecologia no Brasil. Sequencialmente, o estudo dos documentos foi realizado por meio da análise textual discursiva nos documentos institucionais Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia (PPC) e Planos de Ensino (PE) das disciplinas do curso superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília-DF, com o objetivo de identificar indícios de ambientalização, buscando encontrar os radicais-chave: "ambient-", "conserv-", "natur-", "soc-", "sustent-" e "ecolog-".

Os radicais, "ambient-", "conserv-", "natur-", "sustent-" e "ecolog-", foram selecionados por representarem aspectos importantes no que se refere à questão do meio ambiente. Enquanto que o radical "soc-" foi selecionado para ligar o tema do meio ambiente ao contexto social em que se encontra a instituição investigada. Com os radicais-chave identificados, foi realizada a análise do conteúdo desses documentos incluindo etapas de pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na pré-análise, a fase inicial, foi realizada a seleção e preparação dos documentos, determinando os radicais-chave como "ambient-", "conserv-", "natur-", "soc-", "sustent-" e "ecolog-", conforme Figura 1.

Figura 01 - Fluxograma da metodologia utilizada para identificação da ambientalização curricular no curso superior de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília - Campus Planaltina.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na etapa de exploração do material, utilizando uma pesquisa detalhada nos documentos, cada ocorrência dos radicais foi examinada linha a linha para assegurar sua relevância para o tema da ambientalização. Essa etapa foi crucial para filtrar as menções que realmente se relacionam com meio ambiente e sustentabilidade, descartando aquelas que, apesar de compartilharem o radical, não contribuem para o tema em foco.

As menções válidas foram quantificadas para cada radical. Isso permitiu uma análise comparativa e a construção de uma base sólida para inferências sobre a integração de conceitos ambientais no currículo. Os dados quantitativos

coletados foram apresentados em gráficos de barras, ilustrando o número de ocorrências de cada radical nos documentos.

Em uma última etapa, buscou-se identificar se o curso incorpora a temática ambiental em seu plano pedagógico, se a preocupação ambiental é abordada nas disciplinas, bem como se o curso é ambientalizado, empregando-se os indicadores de ambientalização curricular da Rede ACES, conforme se pode verificar no Quadro 1. A partir dessa avaliação foi possível construir e analisar uma Tabela com a presença dos Indicadores de Ambientalização Curricular da Rede ACES para todas as disciplinas do curso. Com esses dados, foi aplicada a estatística descritiva, apresentando média, desvio padrão e mediana.

Quadro 1 - Indicadores de Ambientalização Curricular da Rede Aces.

CARACTERÍSTICAS	COMPREENSÃO DE SEU SIGNIFICADO
1. Compromisso para a transformação das relações Sociedade-Natureza	Construção/reconstrução de uma visão de mundo (concepções, valores, atitudes e práticas individuais e coletivas) que gere uma ação transformadora do meio sociocultural e natural.
2. Complexidade (visão de mundo)	Presença do pensamento complexo e dos princípios do paradigma da complexidade no formar de 'ver, sentir e estar' no mundo.
3. Ordem disciplinar: flexibilidade e permeabilidade	Aceitar/possibilitar mudanças e aberturas para dialogar com as diferenças de ideias e posições filosóficas/metafísicas/epistemológicas numa permanente postura de reflexão crítica sobre os processos de formação.
4. Contextualização: local-global-local global-local-global	Integrar os conhecimentos/concepções ao cotidiano social.
5. Levar em conta o sujeito na construção do conhecimento	Construir um ambiente de trabalho diversificado para possibilitar a emergência das diferenças e idiossincrasias e garantir a participação efetiva dos alunos tanto no campo intelectual quanto emocional.
6. Considerar os aspectos cognitivos e afetivos dos envolvidos	Fornecer suporte integral (material, estrutural, pedagógico, psicológico) para a formação de habilidades, construção de conhecimentos e produção de diferentes formas de expressão (arte, religião, filosofia, política).
7. Coerência e reconstrução entre teoria e prática	Exercício permanente de reflexão e crítica na produção do conhecimento de forma a articular de maneira mais coerente os movimentos da teoria e da prática.
8. Orientação prospectiva de cenários alternativos	Reflexão e compromisso com a construção de novas visões de ciência/sociedade/tecnologia/ambiente na perspectiva de uma participação responsável com as gerações atuais e futuras.
9. Adequação metodológica	Vinculação coerente entre as práticas educacionais e os pressupostos teóricos que as fundamentam a partir de modelos metodológicos e processos reflexivos-avaliativos que favoreçam essa articulação.
10. Espaços de reflexão e participação democrática	Criação e manutenção de estratégias e espaços que possibilitem a participação democrática e reflexiva de todos os agentes, com autonomia para a tomada de decisões e capacidade para implementá-las (suporte político, administrativo, material) econômico, etc.)

Fonte: Rede Aces (Freitas *et al.*, 2004).

Objeto de estudo

O IFB *Campus* Planaltina, em seus mais de 60 anos de história, antiga Escola Agrotécnica e Colégio Agrícola, foi um sonho concretizado pelo presidente Juscelino Kubitschek de construir Brasília e sua visão de promover o autoabastecimento do Distrito Federal. A Escola Agrotécnica de Brasília foi criada em 17 de fevereiro de 1959 (Plano de Metas – Lei nº 3.552, de 16 de fevereiro de 1959, e Exposição de Motivos nº 95/DOU) e inaugurada efetivamente em 21 de abril de 1962.

Como desdobramento do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, o Ministério da Educação cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, desta forma a Escola Técnica de Brasília, então em implantação, foi transformada em Instituto Federal de Brasília pela Lei nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008, com cinco campi, entre os quais está o *Campus* Planaltina, localizado na zona rural, às margens da Rodovia DF – 128, km 2.

O *campus* é uma das maiores faculdades agrícolas do Brasil, com área total de 2.300 hectares e está voltado à formação profissional nas áreas da Agropecuária e da Agroindústria tanto no modelo tradicional quanto no agroecológico, associadas ao eixo tecnológico dos recursos naturais com ampla estrutura de salas de aula, unidades de produção, laboratórios, biblioteca, refeitório, residência estudantil e destaca-se por suas salas de aula, nas chamadas Unidades de Ensino, Pesquisa, Extensão e Produção (UEPs), onde seus estudantes podem realizar as práticas no campo a um passo da porta das salas de aula. O IFB *Campus* Planaltina oferta os cursos técnicos de nível médio Técnico em Agropecuária e Técnico em Agroindústria e os cursos de graduação em Biologia, Agroecologia e Agronomia, além de cursos a distância e de qualificação profissional.

O curso de Agroecologia no IFB - Campus Planaltina

A agroecologia é uma ciência transdisciplinar que propõe a criação de sistemas agrícolas diversificados e sustentáveis, que promovam a saúde dos ecossistemas, a segurança alimentar e a resiliência das comunidades rurais. Ela é baseada nos princípios da biodiversidade, da reciclagem de nutrientes e da cooperação entre os seres vivos (Altieri, 2012). Além disso, possui uma abordagem científica que combina princípios ecológicos com práticas agrícolas para promover

a sustentabilidade ambiental, econômica e social dos sistemas agrícolas. Ela se baseia na biodiversidade, reciclagem de nutrientes e resiliência dos ecossistemas agrícolas para melhorar a produtividade e a sustentabilidade (Wezel *et al.*, 2020).

No contexto do ensino superior, os cursos de Agroecologia visam formar profissionais capacitados para implementar práticas agrícolas sustentáveis e adaptáveis às condições locais. Esses programas acadêmicos combinam conhecimentos teóricos e práticos, abordando temas como ecologia, agronomia, sociologia rural e economia agrícola. Wezel e Soldat (2009) afirmam que a educação em Agroecologia tem se expandido globalmente, com universidades oferecendo programas de graduação e pós-graduação que incentivam a pesquisa participativa e a aprendizagem baseada na experiência prática em campo. Esses cursos são fundamentais para preparar os alunos para enfrentar os desafios do desenvolvimento sustentável e promover práticas agrícolas mais justas e ecológicas.

A busca por soluções sustentáveis e socialmente justas para os desafios ambientais tem levado a uma crescente demanda por profissionais capacitados em agroecologia. Neste contexto, o agroecólogo emerge como um agente especializado na promoção da sustentabilidade e na conservação dos recursos naturais, especialmente no contexto das Unidades de Conservação (Schlindwein, 2007; De Carvalho, 2020).

O primeiro contato com o tema Agroecologia que se tem notícia, na história do IFB, ocorreu no seminário “A Sustentabilidade Ambiental e o Ensino Agrícola” realizado pelo Colégio Agrícola em setembro de 1998 em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Em 1999 o Componente Curricular Agroecologia começou a fazer parte da Matriz Curricular do Curso Técnico em Agropecuária. Em setembro de 2007 foi realizado no Colégio Agrícola de Brasília a Semana de Agroecologia com a participação da EMATER-DF, EMBRAPA-CERRADOS e EMBRAPA-HORTALIÇAS.

No dia 30 de setembro de 2008, foi realizado o evento “Rumos da Unidade Agrotécnica de Planaltina”, com a participação de sindicatos de agricultores, movimentos sociais do campo e instituições de ensino-pesquisa-extensão agropecuária. Este evento reforçou a necessidade da criação de um centro de referência e a possibilidade de criação do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia. Neste contexto foi publicada a RESOLUÇÃO N.º 14-2009/GAB/IFB-Reitoria Aprova o Curso superior de Tecnologia em Agroecologia do *Campus Planaltina*

do Instituto Federal de Brasília vindo ao encontro da necessidade de mudanças de paradigma na formação de profissionais das ciências agrárias, levando-se em conta não só os aspectos ambientais sustentáveis de uso da terra, mas também considerando as relações sociais e os anseios da sociedade.

O curso forma profissionais capazes de propor novas formas de se produzir alimentos respeitando o meio ambiente e os conhecimentos dos agricultores, bem como criar novas tecnologias em bases agroecológicas. Esses profissionais serão multiplicadores dos conhecimentos agroecológicos contribuindo assim para reduzir os danos ambientais causados pela produção de alimentos e gerando novas alternativas de aumento de renda dos agricultores familiares. O primeiro vestibular aconteceu em 29 de novembro de 2009, e no dia 08 de março de 2010 teve início a sua primeira turma.

É de extrema importância promover o diálogo reflexivo sobre práticas inovadoras e bem-sucedidas em educação ambiental, visando a possibilidade de integrar questões ambientais de forma coerente e harmoniosa (Carvalho; Farias, 2011).

Seguindo as diretrizes do Ministério da Educação, as instituições de ensino superior são responsáveis por estabelecer, de forma clara, os elementos que fundamentam a concepção do curso, o currículo pleno e sua operacionalização. Dentre esses elementos, destacam-se os objetivos gerais do curso, que devem ser contextualizados levando em consideração as características institucionais, políticas, geográficas e socioambientais, sem excluir a possibilidade de outros elementos relevantes (BRASIL, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos a partir da análise dos documentos que fazem parte da base curricular do curso de Agroecologia do IFB, sendo: o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), o Projeto Pedagógico - Agroecologia (PPC) e os Planos de Ensino (PE).

Análise quali-quantitativa dos radicais

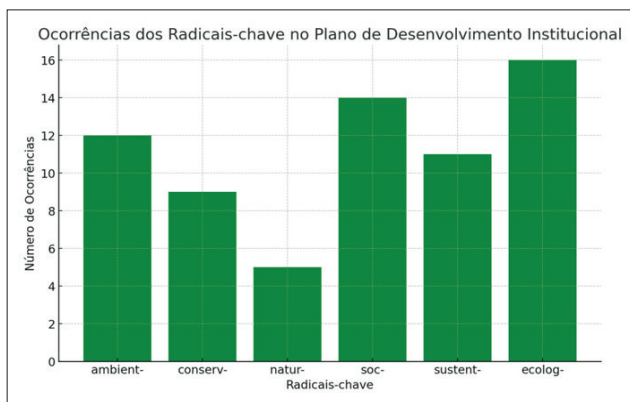
Analisando o plano de desenvolvimento institucional, a busca pela ambientalização a partir dos radicais-chave resultou em 67 ocorrências. As ocorrências

dos radicais sugerem uma incorporação significativa de conceitos ambientais e de sustentabilidade, indicando um compromisso institucional com essas áreas. O destaque para radicais como “soc-” e “ecolog-”, que apresentaram 14 e 16 ocorrências, respectivamente, apontando para um enfoque em responsabilidade social e ecologia.

Os outros radicais, embora com menos frequência, ainda demonstram uma presença notável no PDI, contribuindo para a ambientalização das políticas institucionais e dos currículos dos cursos dessa instituição. O radical “sustent-” foi mencionado 11 vezes, mostrando um foco significativo em práticas e políticas de sustentabilidade, seguido pelo “conserv-” que apareceu em 9 ocorrências, indicando uma atenção à conservação ambiental. Ainda, “ambient-” foi encontrado 12 vezes, sublinhando um compromisso geral com questões ambientais e “natur-” foi o radical menos frequente com 5 ocorrências, ainda assim destacando um interesse em elementos naturais.

A partir do Gráfico 1 podemos observar em evidência uma abordagem multidimensional à ambientalização no plano institucional, integrando questões de ecologia, conservação, e sustentabilidade, permitindo inferir que o plano institucional incorpora uma visão de sustentabilidade e responsabilidade ecológica e social, integrando-as em sua missão e práticas operacionais.

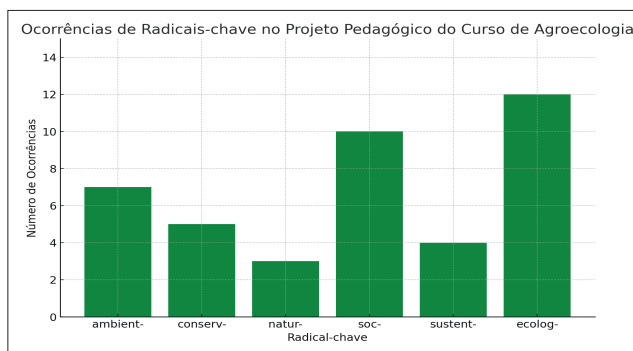
Gráfico 1 - Ocorrências dos Radicais-chave no Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília-DF.



Fonte: Documento Institucional. Elaborado pelo autor (2024).

No Projeto Pedagógico - Agroecologia (PPC) verificou-se que o radical “ecolog-” apresentou a maior ocorrência (12), seguido de “soc-” (10), refletindo uma forte ênfase nos aspectos ecológicos e sociais dentro do currículo do curso (Gráfico 02). Os outros radicais foram menos frequentes, mas ainda significativos para indicar um foco multidisciplinar que abrange várias facetas da Agroecologia.

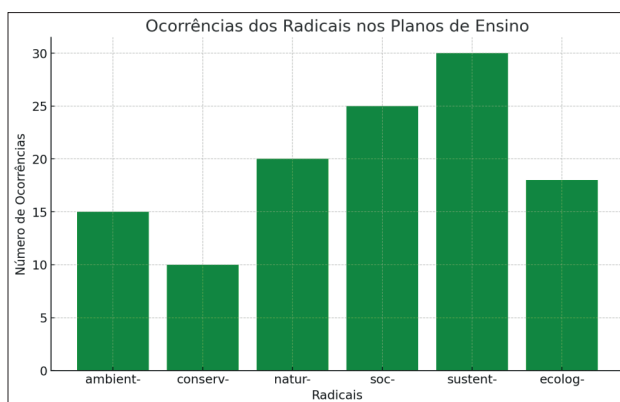
Gráfico 2 - Ocorrências dos Radicais-chave no Projeto Pedagógico do Curso Superior de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília-DF.



Fonte: Documento Institucional. Elaborado pelo autor (2024).

No que se refere aos Planos de Ensino do curso superior de Agroecologia, constatou-se uma distribuição relativamente equilibrada entre os radicais, com um destaque maior para “sustent-” e “soc-”, com frequência de 30 e 25 vezes, respectivamente (Gráfico 03).

Gráfico 3 - Ocorrências dos Radicais-chave nos Planos de Ensino do Curso Superior de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília-DF.



Fonte: Documento Institucional. Elaborado pelo autor (2024).

Estes resultados sugerem que o curso traz uma ênfase tanto em aspectos de sustentabilidade quanto em contextos sociais. A presença desses termos reflete uma tentativa de integrar princípios de sustentabilidade e considerações sociais no currículo.

A discussão da importância e a implementação de princípios de sustentabilidade e integração social em currículos educacionais, especialmente em cursos voltados para a Agroecologia e práticas sustentáveis não é novidade. A reflexão sobre sustentabilidade e educação já foi discutida por Tilbury (1995), no qual a integração da sustentabilidade no ensino superior foi descrita como crucial para preparar estudantes e futuros profissionais que possam enfrentar desafios ambientais e sociais contemporâneos. A presença do radical “sustent-” nos planos de ensino sugere um alinhamento com esta visão.

A frequência alta dos radicais “ecolog-” e “soc-” em todos os documentos avaliados reflete a abordagem holística que agroecologia deve ter. A Agroecologia, deve ser vista com uma disciplina/área integrada, necessitando de enfoques educacionais que transcendam o conhecimento técnico e englobem aspectos sociais, econômicos e ambientais (Francis *et al.*, 2003; Borges, 2023). Warburton (2003) destacou a importância de abordagens educacionais que promovam o pensamento crítico e a resolução de problemas em contextos de desenvolvimento sustentável. Os radicais encontrados nos documentos podem indicar uma tentativa de cultivar essas competências nos estudantes.

Análise com base nos Indicadores da Rede Aces

A partir da análise dos resultados obtidos, foi possível verificar a presença de Indicadores da Rede Aces em 9 das 51 disciplinas do curso, representando cerca de 18% das disciplinas. A relativa escassez dos indicadores em várias disciplinas pode indicar oportunidades para incorporar esses temas no curso. Esta análise ajuda a entender melhor como os indicadores da Rede ACES são integrados ao currículo do curso, oferecendo uma base para futuras decisões de planejamento e desenvolvimento curricular (Quadro 2).

Quadro 2 - Frequência dos Indicadores da Rede Aces em cada uma das disciplinas do curso de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília/DF – IFB, em que estes indicadores estiveram presentes.

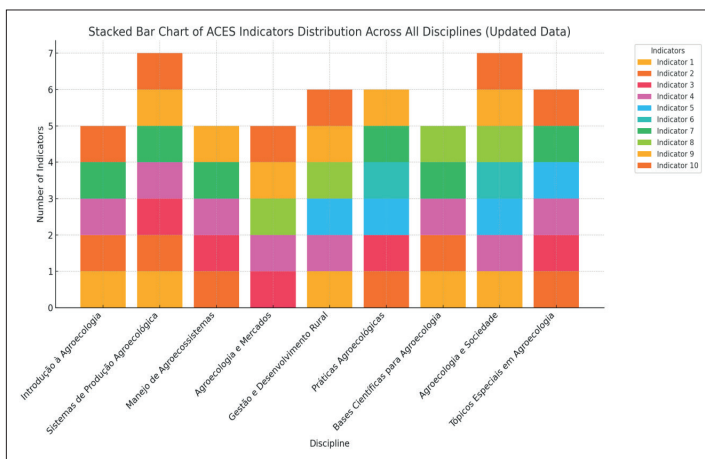
Disciplinas	Indicadores da Rede Aces									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Introdução à Agroecologia	x	x	-	x	-	-	x	-	-	x
Sistemas de Produção Agroecológica	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x
Manejo de Agroecossistemas	-	x	x	x	-	-	x	-	x	-
Agroecologia e Mercados	-	-	x	x	-	-	-	x	x	x
Gestão e Desenvolvimento Rural	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x
Práticas Agroecológicas	-	x	x	-	x	x	x	-	x	-
Bases Científicas para Agroecologia	x	x	-	x	-	-	x	x	-	-
Agroecologia e Sociedade	x	-	-	x	x	x	-	x	x	x
Tópicos Especiais em Agroecologia	-	x	x	x	x	-	x	-	-	x

Fonte: Documentos Institucionais. Elaborado pelo autor (2024).

Analisando-se as referidas disciplinas, é possível observar como os indicadores da Rede ACES estão distribuídos em cada uma delas, mostrando uma visão clara da cobertura curricular em relação a estes indicadores. Todas as disciplinas que apresentaram os indicadores exibiram ao menos 5 deles. Entretanto há uma distribuição desigual destes, sugerindo uma necessidade de revisão curricular que possa integrar mais eficazmente todos os indicadores.

Isto poderia ser alcançado através da adição de novas disciplinas ou através da revisão das existentes para incluir temas como a diversidade de conhecimento, impacto emocional e cognitivo das práticas agroecológicas, e projeção de cenários futuros. Algumas disciplinas abordam mais indicadores, implicando em um alinhamento mais forte com os objetivos da Rede ACES, mostrando uma integração mais profunda dos princípios de ambientalização curricular (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Distribuição dos Indicadores de Ambientalização Curricular da Rede Aces em cada disciplina no curso de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília/DF – IFB.



Fonte: Documentos Institucionais. Elaborado pelo autor (2024).

O indicador número 4, contextualização: local-global-local global-local-global, que verifica a integração dos conhecimentos/concepções ao cotidiano social, foi o indicador mais frequente encontrado em 8 das 9 disciplinas consideradas ambientalizadas. Este indicador possui características de articulação dos contextos ambiental, social, político, econômico e cultural, conectando o ambiente no qual o curso está alocado, micro, com ambientes e situações macro, global (Wazak; Santos, 2020). A partir dessa observação, é possível inferir que o curso de Agroecologia tem certa preocupação com a necessidade de articulação nestes contextos, apontando para a formação de profissionais que compreendem e estão preparados para esses processos.

Os indicadores 5, 6 e 8 são os menos representados, aparecendo em poucas disciplinas, o que pode indicar áreas menos enfatizadas no currículo. O indicador número 5 - Levar em conta o sujeito na construção do conhecimento, avalia a construção de ambientes de trabalho diversificados, que possibilitem a emergência das diferenças e idiossincrasias e garanta a participação efetiva dos alunos no campo intelectual e emocional. Já o indicador número 6 - Considerar os aspectos cognitivos e afetivos dos envolvidos, observa o fornecimento de suporte integral para a formação de habilidades, construção de conhecimentos e produção de diferentes formas de expressão (arte, religião, filosofia, política).

Por fim, o indicador número 8 - Orientação prospectiva de cenários alternativos, que verifica a presença de discussões e reflexões, aliados ao compromisso com a construção de visões de ciência/sociedade/tecnologia/ambiente inovadoras, na perspectiva de uma participação responsável com as gerações atuais e futuras (Freitas *et al.*, 2004). Das disciplinas ambientalizadas, as disciplinas como "Sistemas de Produção Agroecológica" e "Práticas Agroecológicas" cobrem uma ampla gama de indicadores, indicando um enfoque multidisciplinar que abrange diversos aspectos da agroecologia. Altieri (2012) destacam a eficácia de uma abordagem agroecológica no currículo agrícola, sugerindo que sua natureza interdisciplinar permite uma avaliação e integração mais efetivas de várias disciplinas, essenciais para a formação de profissionais versáteis e responsivos às demandas modernas.

A presença ou ausência de certos indicadores curriculares em agroecologia pode servir como um diagnóstico essencial para a identificação de lacunas e oportunidades no currículo. Esta análise permite não apenas a criação de novas disciplinas que abordem essas lacunas, mas também a modificação das existentes, para melhor atender aos objetivos educacionais e profissionais dos discentes e futuros profissionais. Segundo Horner *et al.* (2021), a adoção de indicadores de sustentabilidade como ferramentas de avaliação curricular é crucial para garantir que os programas educativos permaneçam relevantes e eficazes diante dos desafios contemporâneos da agroecologia.

A integração de indicadores específicos ao contexto através de processos participativos envolvendo atores locais pode enriquecer significativamente o currículo, promovendo uma educação que é tanto contextualizada quanto adaptativa às necessidades do mercado e da comunidade (Neves; Imperador, 2021). Possíveis mudanças que podem ser propostas, embasadas por pesquisas atuais, ajudarão a preparar melhor os alunos para as demandas profissionais futuras e para contribuir efetivamente para a sustentabilidade e inovação no campo da agroecologia (De Carvalho, 2022). Essa abordagem também destaca a importância de uma revisão curricular contínua, assegurando que o currículo evolua para atender às mudanças nas condições ambientais, tecnológicas e sociais.

CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que a Ambientalização Curricular no curso de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília (IFB) tem avançado, com a inserção de conceitos de sustentabilidade nos principais documentos institucionais, como o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e o Projeto Pedagógico do Curso (PPC). No entanto, ainda há espaço para melhorias, especialmente na integração mais consistente dos indicadores da Rede ACES nas disciplinas. Embora o curso demonstre preocupação com temas ambientais, é possível tornar essa abordagem ainda mais presente e equilibrada em todo o currículo. A ambientalização é um passo essencial para preparar os estudantes para os desafios socioambientais atuais, fortalecendo o compromisso do IFB com uma educação cada vez mais voltada para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista nera**, n. 16, p. 22-32, 2012.
- ARANA, A R A; BERTOLI, S C. Educação ambiental no currículo de uma instituição de ensino superior: o processo de ambientalização curricular. **Revista de Educação Pública**, v. 30, p. 1-22, 2021.
- ARRUDA, D B; DA CUNHA, B P; MILIOLI, G. Crise ambiental e sociedade de risco: o paradigma das alterações climáticas diante do direito ambiental e da sustentabilidade. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 4, p. 15, 2020.
- BARSANO, P R; BARBOSA, R P. **Meio ambiente: guia prático e didático**. Saraiva Educação SA, 2012.
- BORGES, C L P. A ambientalização curricular em cursos de agronomia: a percepção dos docentes de duas universidades do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 1, p. 318-341, 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação – CNE. **Resolução n. 2 de 15 de junho de 2012**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília: MEC/CNE, 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf> Acesso em 01 Jun, 2023.
- CARVALHO, I. C. M.; FARIAS, C. R. O. Um balanço da produção científica em educação ambiental de 2001 a 2009 (ANPEd, ANPPAS e EPEA). **Revista Brasileira de Educação**, v. 16, n. 46, p. 119-134, 2011.
- DA ROSA, T R V; MALACARNE, V. Formação docente e sustentabilidade. Um estudo sobre ambientalização curricular no Curso de Pedagogia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 14, n. 3, p. 95-107, 2016.
- DE CARVALHO, E A. **Educação Ambiental, Ecopedagogia e Sustentabilidade**. Editora Dialética, 2020.

DE CARVALHO CARVALHO, E B. Educação Ambiental no curso de graduação em ciências socioambientais da Universidade Federal de Minas Gerais: uma reflexão sobre a ambientalização no ensino superior. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 17, n. 1, p. 455-476, 2022.

FRANCIS, C. *et al.* Agroecology: The ecology of food systems. **Journal of sustainable agriculture**, v. 22, n. 3, p. 99-118, 2003.

FREITAS, D. *et al.* Diagnóstico do grau de ambientalização curricular no ensino, pesquisa, extensão e gestão na Universidade Federal de São Carlos (Brasil). **Diagnóstico de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Ambientalización curricular de los estudios superiores**, v. 3, p. 177-190, 2004.

GOMES, L A; BRASILEIRO, T S A; CAEIRO, S. Educação ambiental e educação superior: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 77012-77029, 2020.

GUERRA, A F S; FIGUEIREDO, M L; RUSCHEINSKY, A. An overview of sustainability in institutions of higher education in Brazil. **Proceedings, São Paulo**, v. 6, p. 346-352, 2014.

GÜNTHER, W M. R. Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 105-117, 2006.

HORNER, C. E. *et al.* Cultivating pedagogy for transformative learning: A decade of undergraduate agroecology education. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 751115, 2021.

KING, J A. **Environmental literacy in environmentally themed higher education courses**. 2015. Tese de Doutorado. University of Wisconsin-Stevens Point, College of Natural Resources.

LICZBINSKI, C R M. **Meio Ambiente e Consumo Sustentável: O Papel do Código de Defesa do Consumidor na Concretização da Cidadania (Edição Atualizada)**. Editora Appris, 2021.

NEVES, J. A.; IMPERADOR, A. M. A transição agroecológica: desafios para a agricultura sustentável. *Revista Geama*, v. 8, n. 3, p. 5-14, 2022. NUNES, C H. A abordagem das questões ambientais na pós-graduação em enfermagem no Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 74, 2021.

RIBEIRO, M T; MALVESTIO, A C. O ensino da temática ambiental nas Instituições de Ensino Superior no Brasil. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 3, p. 347-361, 2021.

SCHLINDWEIN, M N. Curso superior especial para assentamentos da reforma agrária: agronomia com ênfase em agroecologia e sistemas rurais sustentáveis, uma proposta INCRA-PRONERA/UFSCar. **Revista de Direito Sanitário**, n. 7, p. 119-155, 2007.

TILBURY, D. Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. **Environmental education research**, v. 1, n. 2, p. 195-212, 1995.

WARBURTON, K. Deep learning and education for sustainability. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 4, n. 1, p. 44-56, 2003.

WASZAK, J. G. N.; SANTOS, S. V. Ambientalização curricular no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e a contextualização local e global. **La Salle: revista de educação, ciência e cultura**. Canoas, RS. Vol. 25, n. 1 (jul./dez. 2008), p. 109-118, 2020.

WEZEL, A. *et al.* Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, p. 1-13, 2020.

WEZEL, A.; SOLDAT, V. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. **International journal of agricultural sustainability**, v. 7, n. 1, p. 3-18, 2009.

DO CAMPO À CIDADE: IMPACTOS DO PROGRAMA DE ASSENTAMENTO DIRIGIDO DO DISTRITO FEDERAL - PAD/DF

Mozar Teixeira de Castro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: O presente estudo investigou os impactos do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF) no desenvolvimento socioeconômico da região entre os anos de 2020 e 2022. O PAD/DF foi implementado para promover a agricultura moderna no Distrito Federal, integrando tanto pequenos produtores quanto grandes empresários rurais. **Métodos:** Foi utilizada uma abordagem qualitativa, com base em pesquisa documental e dados oficiais fornecidos por órgãos como a Emater, a Codeplan e o IBGE. A pesquisa analisou indicadores socioeconômicos e de desenvolvimento humano nas Regiões Administrativas de Planaltina, São Sebastião e Paranoá. **Resultados:** O estudo revelou que o PAD/DF conseguiu consolidar-se como um polo agrícola, favorecendo o desenvolvimento local por meio da agricultura de alta produtividade e uso intensivo de tecnologias. A combinação de agricultura familiar e empresarial contribuiu significativamente para a economia da região, melhorando indicadores como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a renda per capita. No entanto, a desigualdade de renda permanece um desafio relevante. Além disso, o PAD/DF fomentou o turismo rural e o desenvolvimento de negócios, como a criação de vinícolas e eventos de agronegócio, impulsionando o turismo de negócios na região. **Conclusão:** Conclui-se que o PAD/DF é um modelo bem-sucedido de integração entre políticas públicas e desenvolvimento rural sustentável, com potencial para servir como exemplo para outras regiões do Brasil, embora ainda seja necessário focar na redução das desigualdades e na diversificação das atividades econômicas.

Palavras-chave: desenvolvimento rural; sustentabilidade; programa de assentamento; agricultura; distrito federal.

INTRODUÇÃO

O uso de terras para a produção de alimentos com o intuito de erradicar a fome global tem sido amplamente discutido e pesquisado em diversas áreas acadêmicas. Nesse contexto, o Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF) surge como um caso relevante para análise. Este estudo se insere nas discussões sobre políticas públicas voltadas ao desenvolvimento agrícola, com o objetivo de diagnosticar os impactos socioeconômicos da região do PAD/DF.

A atividade rural, particularmente no interior dos estados, desempenha um papel crucial na geração de empregos, renda e no desenvolvimento rural. Esta atividade é resultado de forças internas e externas à região, nas quais os atores rurais se encontram envolvidos em redes complexas, tanto locais quanto externas, com variações significativas entre as regiões (Kageyama, 2004; Barros; Machado e Ferreira, 2024). Além disso, a necessidade de uma agricultura forte, que seja capaz de fornecer alimentos em quantidade e qualidade adequadas, está cada vez mais atrelada à sustentabilidade. A preservação dos recursos naturais é essencial para garantir a continuidade da produção agrícola e o futuro da agricultura (De Sousa, 2016).

Medidas inovadoras na agricultura brasileira, como as adotadas nos assentamentos rurais, tornam-se fundamentais para promover uma organização social sustentável, tanto em termos econômicos quanto ambientais, proporcionando soluções que atendam aos interesses das populações assentadas e valorizem o espaço rural (Carneiro e Maluf, 2003; Santos; Delgrossi; De Melo, 2024). Nesse sentido, Soares; Vieira e Santos (2023) ressaltam a importância de pesquisas que abordem a sustentabilidade agrícola como base para o desenvolvimento sustentável do país.

O desenvolvimento sustentável agrícola também se destaca como uma ferramenta fundamental no combate à fome e à extrema pobreza. Ou seja, a produtividade agrícola, quando combinada com práticas sustentáveis, pode gerar impactos diretos na qualidade de vida das populações, ao gerar emprego e renda (Gallo *et al.*, 2012). Assim, o objetivo principal deste estudo foi realizar uma análise integrada dos impactos do Programa de Assentamento Dirigido no Distrito Federal – PAD/DF, período entre 2020 e 2022.

MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida através de procedimentos documentais e bibliográficos, com análise qualitativa dos dados obtidos. A coleta de dados foi realizada por meio da consulta a documentos oficiais, relatórios da EMBRAPA, SEAGRI, CODEPLAN, IBGE e DER, que forneceram informações atualizadas entre 2020 e 2022 sobre as Regiões Administrativas envolvidas no estudo. Esses dados foram essenciais para contextualizar as condições econômicas e sociais das áreas do PAD/DF. A execução da pesquisa seguiu as seguintes etapas:

- a) Revisão da literatura: levantamento de fontes primárias e secundárias, incluindo artigos científicos, relatórios técnicos e documentos governamentais.
- b) Coleta de dados: compilação de dados socioeconômicos e produtivos relacionados ao PAD/DF, com foco na produção agrícola e nos impactos sociais do programa.
- c) Análise qualitativa: interpretação dos dados coletados com base nas teorias de desenvolvimento rural e sustentável, identificando padrões e correlacionando-os com os objetivos da pesquisa.
- d) Comparação de indicadores: análise de volumes de produção (toneladas/sacas) e seu impacto no desenvolvimento na região do PAD/DF.

Área de estudo

Localizado na Região Administrativa do Paranoá, o PAD/DF é confrontante das Regiões Administrativas de Planaltina e São Sebastião, foi criado com o objetivo de promover a ocupação ordenada e sustentável do solo, proporcionando suporte técnico e infraestrutura aos agricultores familiares e assentados. Esta área de estudo é especialmente relevante para entender as dinâmicas de desenvolvimento rural e os desafios enfrentados na promoção da agricultura em um contexto urbano-rural como o do DF.

A escolha do PAD/DF como área de estudo para esta pesquisa permite explorar a interseção entre políticas públicas, desenvolvimento econômico e social, e a sustentabilidade ambiental. O programa tem gerado empregos e renda no campo, contribuindo significativamente para a segurança alimentar, para o

abastecimento doméstico e nacional. Além disso, a localização estratégica do PAD/DF, nas proximidades do centro urbano de Brasília, apresenta um caso único de integração entre áreas rurais e urbanas, possibilitando análises sobre a viabilidade e os impactos de projetos de assentamento em regiões metropolitanas.

Esta pesquisa também abordou as transformações e impactos ocorridos nas regiões abrangidas pelo PAD/DF ao longo dos anos, analisando como as políticas de assentamento têm influenciado a vida das pessoas. A correlação entre a infraestrutura oferecida pelo Estado, a produtividade agrícola e o desenvolvimento humano.

O PAD/DF destacou-se por sua complexidade e abrangência, envolvendo diversas dimensões que incluem desde a gestão eficiente dos recursos naturais até a modernização da infraestrutura e o fomento à inovação tecnológica. Esse caráter multidimensional exige uma abordagem integrada e colaborativa, englobando tanto o governo quanto a iniciativa privada e a sociedade civil. A análise dessas áreas pode revelar a importância de um planejamento robusto e de longo prazo, capaz de impulsionar o desenvolvimento regional, reduzir desigualdades e criar um ambiente propício para o crescimento econômico sustentável e a inclusão social no Distrito Federal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fundada em 1978 com cerca de 20 associados, a Cooperativa Agropecuária do Distrito Federal (COOPA-DF) reconhece o papel dos visionários sulistas que estabeleceram as bases dessa organização. Ao longo das décadas, todos que acreditaram no cooperativismo como meio de promoção social e econômica e que trabalharam para fortalecer a cooperativa contribuíram para o reconhecimento da COOPA-DF no cenário brasileiro (COOPA-DF, sd). Localizada no quilômetro 07 da BR 251, sentido Unaí-MG, no núcleo rural PAD-DF em Planaltina-DF, a COOPA-DF é uma cooperativa agropecuária voltada para a produção (Mendes, 2013). As cooperativas agropecuárias desempenham um papel econômico e social significativo ao agregar valor à produção rural e inserir pequenos e médios produtores em mercados concentrados. Conforme Pattison (2000), aproximadamente um terço da produção mundial de alimentos é gerida por cooperativas.

Segundo Sexton (1986), as cooperativas oferecem benefícios relacionados à integração vertical, incluindo a redução de custos por meio de um melhor poder de barganha na aquisição de insumos, economias de escala, melhoria da posição de barganha no mercado, especialmente para produtos perecíveis, ganhos de eficiência através da capacidade de coordenação das cooperativas, e a mitigação de riscos através de ações conjuntas.

As transformações no ambiente político e econômico brasileiro nas décadas de 1980 e 1990 forçaram as cooperativas a se adaptarem para expandir ou, pelo menos, manter sua participação no mercado. Muitas cooperativas se endividaram, tornaram-se insolventes ou perderam participação no mercado. No entanto, algumas se modernizaram administrativamente e se destacaram competitivamente, preservando sua identidade cooperativa (Ferreira; Braga, 2004). Essas organizações não só sobreviveram, mas também se destacaram e aumentaram sua participação no mercado devido a estratégias administrativas que lhes permitiram se diferenciar em um ambiente competitivo. Esse conjunto de atitudes é conhecido como estratégia competitiva, cujo objetivo é posicionar a organização de forma a se defender melhor das forças atuantes ou influenciá-las a seu favor (Porter, 2004).

O desenvolvimento rural, especialmente no Brasil, está intrinsecamente ligado ao progresso econômico e ao desempenho na utilização dos recursos, que estão diretamente relacionados à adoção de tecnologias pelos agricultores. Esse fator é crucial para a recente classificação das unidades rurais, oferecendo uma nova perspectiva analítica que aproxima essas unidades da indústria de transformação e evidencia a transição do complexo rural para o complexo agroindustrial (Da Silva, 2003; Netto; De Melo; Maia, 2010).

Com a criação do PAD/DF, surgiu a AgroBrasília, feira de tecnologia e negócios voltada para empreendedores rurais de diversos portes e segmentos. Organizada pela COOPA-DF, a AgroBrasília serve como uma plataforma para mostrar novas tecnologias para o agronegócio e proporciona debates, palestras e cursos sobre temas relevantes ao setor produtivo. Nesse contexto, os princípios da sustentabilidade são aplicados e ampliados para impulsionar a economia local, promover a inclusão social, valorizar a cultura regional e aumentar a conscientização ambiental. Alguns desses princípios já são aplicados no evento, mas há muito a ser feito. A Feira AgroBrasília, realizada pela COOPA-DF com o apoio da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal

(SEAGRI-DF), da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (EMATER-DF) e da Central de Abastecimento do Distrito Federal (CEASA-DF), ocorre no Parque Tecnológico Ivaldo Cenci e ocupa uma área de 500 mil metros² (Bonato, 2008).

Desde sua fundação, a AgroBrasília tem mostrado um crescimento contínuo, consolidando-se como uma das principais feiras de agronegócio do Brasil e a maior em tecnologia e negócios no Planalto Central. Em 2022, as transações comerciais alcançaram um recorde de: R\$ 4,6 bilhões, 135 mil visitantes, e 520 expositores (EMATER-DF, 2023). O principal objetivo da feira é apresentar inovações tecnológicas e oportunidades de negócios para produtores rurais de diversos tamanhos, desde pequenos agricultores familiares até grandes empreendimentos agrícolas. Embora não seja focada diretamente no turismo, a AgroBrasília contribui significativamente para o setor de Turismo de Negócios e Eventos, devido à variedade de suas atividades e ao impacto regional que gera (Vieira, 2019).

Turismo no PAD-DF

No Brasil, o turismo é considerado uma estratégia essencial para um desenvolvimento socioeconômico equilibrado, fundamentado na preservação das paisagens naturais, da biodiversidade e do patrimônio histórico-cultural (Da Camara Medeiros, 2013). Conforme De Souza (2016) afirma, o turismo constitui uma complexa combinação de produção, serviços e cultura, integrando tanto o patrimônio histórico quanto a diversidade ambiental. Do Nascimento Brandão; Barbieri; Junior (2015) definem o turismo como um conjunto de atividades realizadas em viagens para locais distintos dos habituais, geralmente por períodos curtos, inferiores a um ano, com objetivos de lazer, negócios ou outras finalidades não vinculadas ao trabalho remunerado.

A relevância do turismo rural tem aumentado à medida que a agricultura diversifica suas atividades, buscando novas fontes de renda e agregando valor aos seus produtos (Da Silva *et al.*, 2017). Elesbão; Klein; Souza (2022) enfatizam que o turismo rural não só valoriza o patrimônio cultural e natural, mas também incentiva o retorno às raízes rurais e o contato direto com a natureza. No PAD/DF, o Villa Triacca – Hotel Vinícola e SPA destaca-se como um empreendimento turístico notável, oferecendo uma ampla gama de serviços, incluindo

refeições, atividades ao ar livre, entretenimento e educação ambiental (Almeida, 2014). A construção do Villa Triacca foi precedida por uma análise de mercado que identificou a demanda local por esse tipo de infraestrutura, evidenciando o potencial turístico da região. A ocupação do Villa Triacca está diretamente associada ao perfil dos visitantes, que buscam experiências autênticas em ambientes rurais para relaxamento e contato com a natureza (Hasieh, 2006). O público é diversificado, incluindo famílias em busca de lazer e profissionais em viagens a trabalho na região do PAD/DF (Almeida, 2006).

Adicionalmente, destaca-se o lançamento da Vinícola Brasília no primeiro semestre de 2024, resultado do esforço conjunto de dez empreendedores locais para promover a produção de vinhos finos no Distrito Federal (Magalhães; Aveni, 2024). O empreendimento é um complexo de enoturismo e viticultura, com um espaço dedicado à comercialização de rótulos de produtores regionais.

Principais impactos na região com a criação do PAD/DF

Desde o início da colonização, o processo de ocupação do Brasil foi centrado na exploração agrícola e na extração de recursos naturais, com ênfase na produção de excedentes voltados para o comércio exterior. Esse padrão foi reiterado nos diversos ciclos econômicos do país, como o da cana-de-açúcar, mineração e café (Morissawa, 2001). A estrutura fundiária estabelecida durante esse período foi caracterizada pela predominância de latifúndios e monoculturas, consolidando o modelo de desenvolvimento primário-exportador (Furtado, 2020). Como resultado desse uso intensivo da terra, surgiram grandes disparidades regionais, econômicas e sociais, acompanhadas de um êxodo rural significativo em direção aos grandes centros urbanos. Esses efeitos adversos fomentaram o surgimento de movimentos sociais que clamam por uma reforma agrária (Dos Santos; Krajevski, 2018).

O conceito de desenvolvimento evoluiu para incorporar não apenas o crescimento econômico, mas também a justiça social e a sustentabilidade ambiental, conforme estabelecido no Relatório Brundtland pela World Commission em 1987. O desenvolvimento sustentável abrange a integração dessas três dimensões (Sampaio; Vital, 2015). Para Chiarello (2015), o desenvolvimento regional deve estar intimamente vinculado ao desenvolvimento humano, social

e sustentável, alinhando esses conceitos com o crescimento econômico. Essa abordagem sugere que um maior capital humano e melhores condições de vida da população ampliam as possibilidades de desenvolvimento. Sen (2000) destaca que o desenvolvimento visa libertar as pessoas de diversas privações, sejam econômicas, sociais, políticas ou culturais. Esse processo envolve transformações complexas nas esferas econômica, política, humana e social, com o crescimento econômico oferecendo uma oportunidade para superar desafios como a pobreza e promover um padrão de vida digno (De Oliveira, 2006).

A extensão geográfica da Região do PAD-DF requer a consideração das particularidades das Regiões Administrativas de São Sebastião, Paranoá e Planaltina. Diferente dos estados brasileiros, o Distrito Federal é dividido em Regiões Administrativas (RAs) desde 1964, refletindo sua função como centro administrativo do país, onde estão localizados os três poderes da nação, ministérios e outras instituições governamentais. Segundo Soares (2018), a Lei 4.545/64 inicialmente dividiu o território em oito RAs, cada uma administrada por um gestor nomeado pelo Governador Distrital. Com o crescimento populacional e territorial, o número de RAs aumentou para doze em 1989, dezenove em 2000 e, atualmente, são 35 RAs.

Para compreender as dinâmicas territoriais, especialmente nas RAs de São Sebastião, Paranoá e Planaltina, é necessário analisar detalhadamente a caracterização da população residente. Planaltina, a mais antiga do DF, foi fundada em 1859 e incorporada ao DF em 1960, com uma população atual de 189.412 habitantes. A Agrovila São Sebastião, que se tornou cidade em 1993, possui 100.161 habitantes (Silva; Brisola, 2023). A cidade do Paranoá, originada em 1957 com o acampamento dos trabalhadores da construção da Barragem do Lago do Paranoá, conta com 48.020 habitantes. De acordo com a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) 2021, essas localidades apresentaram Taxas Médias Geométricas de Crescimento Anual de 1,08%, 1,91% e 0,63%, respectivamente.

Para caracterizar o potencial de uma região, é fundamental analisar a renda, o mercado de trabalho, os indicadores sociais e econômicos e o nível de escolaridade. Nas RAs de São Sebastião, Paranoá e Planaltina, a população é composta por 51,21% de mulheres e 48,77% de homens. A distribuição etária na região, conforme a PDAD 2021 (CODEPLAN), é ilustrada na Tabela 1, refletindo a demografia do PAD-DF.

Tabela 1 - Comparativo da faixa etária dos moradores das Regiões Administrativas do PAD-DF.

Faixa etária	São Sebastião	Paranoá	Planaltina	Total	Percentual
0 a 4 anos	7.350	308	11.093	21.881	6,48%
5 a 9 anos	6.468	3.351	14.005	23.824	7,06%
10 a 14 anos	8.943	3814	15.346	28.703	8,50%
15 a 18 anos	8.281	3.323	15.391	26.995	8,00%
19 a 24 anos	12.469	5663	22.117	40.249	11,92%
25 a 39 anos	22.211	12.309	42.985	77.505	22,96%
40 a 59 anos	26.054	10.286	47.977	84.317	24,98%
60 ou mais	8.383	5.778	19.898	34.061	10,09%
Não informaram	-	58	-	58	0,02%
Total	100.161	48.020	189.412	37.593	100,00%

Fonte: CODEPLAN, 2021. Elaborado pelos autores (2024).

Na região há presença da Agricultura Familiar e o agronegócio é predominante e caracterizado por práticas agrícolas intensivas e extensivas, além da automação dos processos produtivos. Este modelo agrícola é centrado em monoculturas voltadas para a produção de commodities destinadas ao mercado exportador, como soja e milho. A predominância desse modelo é evidenciada na Tabela 2, que apresenta os resultados de produção e as áreas utilizadas pelos agricultores nas grandes culturas, olericultura e fruticultura.

Tabela 2 - Produção de “grandes culturas” no PAD-DF.

Discriminação	Área (ha)	Produção (t)	Número de Agricultores	Participação no DF (%)
Feijão	1.984,40	5.581,74	39	9,54
Milho	8.191,70	65.297,88	138	33,74
Soja	9.709,80	39.726,42	122	29,83
PAD-DF	19.885,90	110.606,04	299	73,11

Fonte: EMATER, 2023. Elaborado pelos autore (2024).

Observa-se que a agricultura no território do PAD-DF tem como principal enfoque a produção de cereais destinados à fabricação de ração ou à exportação. Este estudo abrangeu as Regiões Administrativas de Paranoá, Planaltina e São Sebastião, evidenciando a produção agrícola em diferentes setores no Distrito Federal. Foram analisados os dados referentes às Grandes Culturas, Hortaliças e Frutíferas, detalhando a produção total por cada região administrativa e sua contribuição para a produção no DF. Os resultados incluem os quantitativos em

toneladas (t) e hectares (ha) das culturas, além da produção total registrada no Distrito Federal.

Índices econômicos e sociais: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, os indicadores mais frequentemente utilizados para medir as transformações sociais são o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). O IDH oferece uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões fundamentais do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde (Saab et., 2021, Neto; De Oliveira Cabral; Rodrigues, 2022).

O Distrito Federal apresenta uma grande diversidade em suas Regiões Administrativas (RAs), com variações significativas nos Índices de Desenvolvimento Humano (IDHs). Algumas RAs possuem IDHs comparáveis aos dos países mais desenvolvidos, enquanto outras apresentam índices consideravelmente mais baixos. Brasília, por ser uma cidade planejada, concentra as RAs com os maiores IDHs do DF, especialmente aquelas situadas no Plano Piloto. Em contraste, as áreas que se desenvolveram de maneira menos planejada ao redor do Plano Piloto tendem a ter IDHs inferiores (Ribeiro *et al.*, 2016).

O Distrito Federal apresenta um IDH de 0,814 (2021), o mais elevado entre as 27 Unidades da Federação, classificando-o junto com São Paulo como de desenvolvimento muito alto. A tabela 6 foi elaborada com base em dados publicados pelo PNUD Brasil em 2014, no Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras, e utiliza informações do censo brasileiro de 2010 (PNUD, 2012).

Tabela 3 - Comparativo dos Índices de Desenvolvimento Humano entre as Regiões Administrativas do PAD-DF.

REGIÃO ADMINISTRATIVA	IDH
São Sebastião	0,761
Paranoá	0,757
Planaltina	0,723
Parâmetro PAD/DF	0,747

Fonte: PNUD, 2012. Elaborado pelos autores (2024).

Esses dados foram incluídos para fornecer uma parametrização do IDHM para a região do PAD/DF. No entanto, durante a pesquisa, não foram encontrados índices mais atualizados para as Regiões Administrativas. Em contato com servidores da CODEPLAN, foi nos informado que até o momento o IBGE ainda não tinha repassado os dados estatísticos do último censo para que estes pudessem ser tratados por aquela Companhia de Planejamento e dessa forma, parametrizar os IDHs para as Cidades Satélites.

Índices econômicos e sociais: Produto Interno Bruto (PIB)

PIB e o PIB *per capita* do Distrito Federal são indicadores que refletem a média de riqueza produzida por habitante na região e servem como parâmetros para comparar o desempenho econômico do DF em relação a outras unidades federativas do Brasil. Nos últimos anos, o Distrito Federal tem consistentemente mantido um PIB per capita elevado em comparação com a média nacional, situando-se entre os mais altos do país.

- População Distrito Federal - 2.817.068 habitantes;
- PIB Distrito Federal - R\$ 286,9 bilhões e;
- PIB *per capita* - R\$ 92.732,27 (CODEPLAN, 2021, BRASIL, 2023).

Esse elevado PIB per capita deve-se, em grande parte, à concentração de atividades econômicas ligadas ao setor público e ao setor de serviços, que possuem alto valor agregado. Além disso, o elevado PIB per capita do Distrito Federal reflete as características demográficas e econômicas da região. Com uma população relativamente pequena e um alto nível de escolaridade e qualificação profissional, o Distrito Federal atrai investimentos em setores estratégicos, como tecnologia da informação e comunicação, e serviços financeiros e administrativos.

Índices econômicos e sociais: Índice Gini

O índice Gini é uma medida de desigualdade de renda que varia de 0 a 1, onde 0 indica perfeita igualdade (todos possuem a mesma renda) e 1 indica máxima desigualdade (uma única pessoa concentra toda a renda). No contexto

do Distrito Federal, o índice Gini é utilizado para avaliar a distribuição da renda entre a população das Regiões Administrativas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Comparativo do índice GINI entre as Regiões Administrativas do PAD-DF.

Região Administrativa	São Sebastião	Paranoá	Planaltina	Parâmetro PAD/DF
Renda Domiciliar	0,37	0,43	0,45	0,41
Renda por pessoa	0,41	0,43	0,48	0,44

Fonte: CODEPLAN, 2021. Elaborado pelos autores (2024).

Os valores apresentados variam entre 0,41 e 0,44, indicam que, embora exista uma desigualdade significativa, ela não é das mais extremas em um contexto global. No entanto, é uma preocupação para a política pública, já que impacta o bem-estar social e o acesso a oportunidades. A diferença entre os índices para renda domiciliar (0,41) e renda por pessoa (0,44) reflete que, ao considerar a renda no nível individual, a disparidade aumenta. Isso pode ocorrer devido a diferentes níveis de contribuição para a renda total dentro de um mesmo domicílio ou variações no número de pessoas por domicílio e na distribuição da renda entre essas pessoas. Em contextos de políticas públicas e análise socioeconômica, essa diferença destaca a importância de abordagens que considerem tanto a distribuição de renda entre os domicílios quanto entre os indivíduos, a fim de identificar com precisão as áreas onde a desigualdade pode ser mitigada de maneira mais eficaz.

Níveis de escolaridade

A escolaridade desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico de uma região, influenciando diretamente o bem-estar da população e a dinâmica econômica local. Regiões com altos níveis de escolaridade tendem a apresentar melhores indicadores sociais, como menores taxas de desemprego e criminalidade, além de maiores níveis de renda per capita e produtividade. A educação formal proporciona às pessoas as habilidades e conhecimentos necessários para a inserção qualificada no mercado de trabalho, contribuindo para o crescimento econômico sustentável. Além disso, a escolaridade está intimamente ligada à capacidade de inovação e à adaptação às novas tecnologias, fatores essenciais para a competitividade regional em um mercado globalizado.

Além dos impactos econômicos, a escolaridade exerce uma influência significativa sobre a coesão social e a qualidade de vida dos indivíduos. Pessoas com maior nível educacional tendem a ter melhor acesso à informação, o que favorece uma maior participação cidadã e decisões mais informadas em questões políticas e sociais. Isso resulta em uma sociedade mais engajada e menos vulnerável a desigualdades, uma vez que a educação promove a inclusão social e reduz as disparidades de oportunidades. A formação educacional robusta também está associada a melhores condições de saúde e bem-estar, pois indivíduos mais escolarizados geralmente adotam hábitos de vida mais saudáveis e têm maior acesso aos serviços de saúde. Portanto, o investimento na educação é um pilar estratégico para o desenvolvimento equilibrado e sustentável de uma região.

As três Regiões Administrativas (RAs) incluídas na pesquisa do PAD/DF apresentam resultados distintos em relação à variável escolaridade (porcentagem matriculada), conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Escolaridade da população das Regiões Administrativas do PAD-DF em 2021.

Região Administrativa	São Sebastião	Paranoá	Planaltina	Parâmetro PAD/DF
Creche/Educ. Infantil	88,60%	94,70%	92,60%	91,96%
Ensino Fundamental	82,30%	76,90%	84,09%	81,09%
Ensino Superior/ Pós-graduação	44,10%	37,60%	70,80%	50,83%

Fonte: CODEPLAN, 2021. Elaborado pelos autores (2024).

Os dados indicam uma elevada taxa de matrícula em creches, alcançando 91,96%, o que reflete um bom nível de acesso à educação infantil e é crucial para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças no PAD/DF. Esse dado sugere que políticas públicas e investimentos nessa etapa foram eficazes em garantir acesso à creche, com efeitos positivos potenciais a longo prazo na formação educacional dos cidadãos. Entretanto, ao analisar o ensino fundamental, observamos uma redução na taxa de matrícula para 81,09%, indicando que uma parcela significativa dos adolescentes não está inserida no sistema escolar neste estágio. Esse dado é preocupante, pois o ensino fundamental é essencial para a consolidação de habilidades e conhecimentos fundamentais e para a preparação dos jovens para o mercado de trabalho ou para o ensino superior. As razões para

essa redução podem incluir fatores socioeconômicos, deficiências no sistema educacional ou desinteresse.

A situação se torna mais crítica quando se considera o ensino superior, com uma taxa de matrícula de 50,83%. Esta queda acentuada revela desafios significativos em termos de acesso e permanência na educação superior, que é muito importante para o desenvolvimento e a redução das desigualdades. A baixa taxa de matrícula no ensino superior pode estar associada a barreiras financeiras, falta de preparo no ensino básico ou a uma ausência de políticas públicas eficazes que incentivem a continuidade dos estudos. Em resumo, os dados revelam uma redução progressiva nas taxas de matrícula à medida que se avança nos níveis educacionais, evidenciando um gargalo que pode limitar o desenvolvimento pleno dos indivíduos e da sociedade como um todo. É essencial que políticas públicas sejam direcionadas para melhorar a transição entre esses níveis de ensino, com foco no aumento da acessibilidade e na qualidade do ensino fundamental e superior, para alcançar uma formação mais completa e equitativa para todos os cidadãos.

CONCLUSÃO

O Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF) se consolidou como um importante motor de desenvolvimento socioeconômico na região do Distrito Federal. Através da implementação de práticas agrícolas modernas e sustentáveis, o programa promoveu a integração entre pequenos produtores e grandes empresários rurais, aumentando a produtividade e contribuindo significativamente para o crescimento econômico local. Além disso, o PAD/DF tem gerado impactos positivos nos índices de desenvolvimento humano (IDH) e na geração de emprego e renda, apesar de ainda haver desafios relacionados à desigualdade de renda, como indicado pelos índices de Gini.

Outro aspecto relevante é a diversificação econômica promovida pelo PAD/DF, com destaque para o fomento ao turismo rural, que tem impulsionado novos negócios e oportunidades de renda na região. A criação de empreendimentos como a AgroBrasília e a Vinícola Brasília demonstram o potencial de desenvolvimento integrado entre a agricultura e o turismo, reforçando a importância de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. Entretanto, os resultados apontam para a necessidade de políticas públicas que enfrentem as disparidades

sociais e econômicas, especialmente no que diz respeito ao acesso à educação superior e à distribuição de renda. Essas questões precisam ser abordadas para que o PAD/DF possa alcançar um impacto ainda mais profundo e sustentável no longo prazo. Assim, conclui-se que o PAD/DF é um exemplo de sucesso na promoção do desenvolvimento rural e sustentável, mas ainda demanda melhorias nas políticas de inclusão social e educacional para assegurar um crescimento mais equitativo e abrangente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. N. *et al.* Organizações sociais: numa proposta de sustentabilidade em assentamentos rurais. 2006.
- BARROS, E. V. M. O.; MACHADO, L. D. L.; FERREIRA, R. M. Gestão financeira no agronegócio: desafios e estratégias no contexto global. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 8, p. e3934-e3934, 2024.
- BONATO, M. Projeto Agrobrasil 2009. 2008.
- BRASIL, Grandes Regiões. Censo Demográfico 2022. 2023.
- CARNEIRO, M. J.; MALUF, R. S. (Ed.). **Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar**. Mauad Editora Ltda, 2003.
- CHIARELLO, I. S. A universidade e seu papel no desenvolvimento regional: contribuições do PROESDE. **Extensão em Foco**, v. 1, n. 2, p. 240-257, 2015.
- CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) – Apresentação Distrito Federal - PDAD/DF 2021.
- COOPA-DF. Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal Ltda. O PAD/DF. Disponível em: <http://www.coopadf.com.br/padf.php>. Acesso em: 05 setembro 2023.
- DA CÂMARA MEDEIROS, L. Turismo e sustentabilidade ambiental: referências para o desenvolvimento de um turismo sustentável. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 197-234, 2013.
- DA SILVA, M. A. C. *et al.* O Turismo Rural e os Produtos Locais: Construção Social da Qualidade a Partir da Teoria das Convenções. **Rosa dos Ventos**, v. 9, n. 3, p. 433-446, 2017.
- DA SILVA, J. F. G. **Tecnologia & agricultura familiar**. UFRGS Editora, 2003.
- DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, Empresa; DO DISTRITO FEDERAL, Extensão Rural. Inovações tecnológicas Emater-DF: AgroBrasília 2023. 2023.
- DE OLIVEIRA, G. B. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **O desenvolvimento sustentável em foco: uma contribuição multidisciplinar**, p. 15, 2006.

DE SOUZA, J. C. Turismo Rural e Comunitário como vetores para o fortalecimento de cadeias agroalimentares familiares e agroecológicas. **Cenário: Revista Interdisciplinar em Turismo e Território**, v. 4, n. 7, 2016.

DO NASCIMENTO BRANDÃO, C.; BARBIERI, J. C.; JUNIOR, E. R. Análise da sustentabilidade do turismo: um estudo em comunidades indígenas no Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 9, n. 3, p. 500-518, 2015.

DOS SANTOS, C. S.; KRAJEVSKI, L. C. Assentamentos Rurais E As Modificações Socioeconômicas No Município De Rio Bonito Do Iguaçu/Rural settlements and socioeconomic changes in the municipality of Rio Bonito do Iguaçu/Asentamientos rurales y las modificaciones socioeconómicas en el municipio de Rio Bonito do Iguaçu. **Revista Nera**, n. 41, p. 39-61, 2018.

ELESBÃO, I.; KLEIN, A. L.; SOUZA, M. O. O turismo rural pedagógico como estratégia para a valorização do patrimônio cultural e natural nas áreas rurais. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, n. 1, p. 226-38, 2022.

FERREIRA, M. A. M.; BRAGA, M. J. Diversificação e competitividade nas cooperativas agropecuárias. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 8, p. 33-55, 2004.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. Companhia das Letras, 2020.

GALLO, E. *et al.* Saúde e economia verde: desafios para o desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1457-1468, 2012.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004.

MAGALHÃES, L. M.; AVENI, A. Marcas Coletivas: análise da marca coletiva “Vinho de Inverno” na viticultura do Distrito Federal. **Cadernos de Prospecção**, v. 17, n. 1, p. 18-32, 2024.

MORISSAWA, Mitsue. **A história da luta pela terra e o MST**. Expressão Popular, 2001.

NETO, C. G. A. M.; DE MELO, L. M.; MAIA, C. M. **Políticas públicas e desenvolvimento rural no Brasil**. PLAGEDER, 2010.

NETO, M. N. F.; DE OLIVEIRA CABRAL, J. E.; RODRIGUES, J. L. C. C. Empreendedorismo, inovação e desenvolvimento humano no mundo: análise comparativa. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 19, n. 1, p. 154-178, 2022.

PATTISON, D. Agricultural cooperatives in selected transitional countries. **International Cooperation Agricultural Organization**, 2000.

PNUD, Brasil. Programa das nações unidas para o desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**, 2012.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva-Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Elsevier Brasil, 2004.

RIBEIRO, N. G *et al.* Relação entre as condições socioeconômicas e as taxas de incidência de dengue nas regiões administrativas do Distrito Federal. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, v. 5, n. 1, 2016.

SAAB, Flavio *et al.* Políticas públicas e desenvolvimento humano: fatores que impactam o IDH em municípios brasileiros. **RACE-Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 20, n. 2, p. 209-230, 2021.

SANTOS, A. P.; DELGROSSI, M. E.; DE MELO, L. M. Assentamentos rurais de reforma agrária e políticas públicas de promoção da agricultura familiar: uma revisão bibliométrica. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 8, p. e7175-e7175, 2024.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade**. [sl] São Paulo: Companhia das Letras. 2000.

SEXTON, R. J. Cooperatives and the forces shaping agricultural marketing. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 68, n. 5, p. 1167-1172, 1986.

SILVA, P.; BRISOLA, M. V. Análise do Perfil do Polo Agroindustrial do Distrito Federal e dos Distritos Agroindustriais de Rio Verde–GO, Brasil. **Revista Espacios**, v. 44, n. 04, 2023.

SOARES, F. I. L.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, M. A. O. Políticas Públicas e sustentabilidade para a agricultura familiar no mundo. **Peer Review**, v. 5, n. 25, p. 87-108, 2023.

SOARES, F. H. Distribuição da produção agrícola no Distrito Federal conforme as regiões administrativas. 2018.

VIEIRA, A. B. L. A Agrobrasilíia como potencial turístico para o Distrito Federal. 2019.

ENTRE RODOVIAS E ANIMAIS—REFLETINDO SOBRE OS DESAFIOS DA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO DISTRITO FEDERAL

Geraldo Jacinto da Silva Filho

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Edson Assunção Mareco

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Paulo Antonio Silva

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este estudo analisa a mortalidade de fauna nas rodovias do DF e a eficácia das medidas mitigadoras implantadas, propondo melhorias para sua gestão e manutenção. O Distrito Federal, no bioma Cerrado, possui uma malha rodoviária que atravessa áreas de alta biodiversidade, fragmentando habitats e aumentando os atropelamentos de fauna, o que representa um desafio para a conservação da biodiversidade local. Embora existam passagens de fauna e cercas direcionadoras para mitigar os impactos das rodovias, sua eficácia é comprometida pela falta de manutenção. Além disso, há carência de estudos contínuos que avaliem a efetividade dessas medidas. **Metodologia:** A pesquisa utilizou dados do Projeto RodoFauna (2010-2012), que monitorou 480 km de rodovias ao redor de unidades de conservação no DF. Os dados foram analisados e os pontos críticos (hotspots) de atropelamentos foram mapeados. **Resultados:** O Projeto RodoFauna registrou 5.163 atropelamentos, com as aves sendo o grupo mais afetado. As rodovias próximas à Estação Ecológica Águas Emendadas concentraram a maioria dos atropelamentos. A análise mostrou que passagens de fauna bem conservadas reduziram os atropelamentos, mas cercas danificadas comprometeram essa eficácia. As rodovias no DF impactam severamente a fauna, intensificando a fragmentação de habitats. **Conclusão:** Medidas mitigadoras são eficazes quando mantidas adequadamente, mas a falta de manutenção e o vandalismo são desafios. O estudo destaca a necessidade de uma gestão contínua para proteger a biodiversidade.

Palavras-chave: medidas mitigadoras; passagens de fauna; mortalidade de fauna; conectividade ecológica; políticas públicas ambientais.

INTRODUÇÃO

A expansão da infraestrutura rodoviária tem sido essencial para o desenvolvimento econômico e social, conectando áreas urbanas e rurais e facilitando o transporte de bens e pessoas. No entanto, esse crescimento gera impactos ambientais significativos, especialmente sobre a fauna silvestre. A construção de rodovias fragmenta habitats, reduzindo a conectividade entre áreas naturais (Ceia-Hasse *et al.*, 2018) e aumentando a mortalidade de animais devido a atropelamentos (Forman; Alexander, 1998; HILL *et al.*, 2019), criando um dos maiores desafios para a conservação da biodiversidade em regiões naturais, rurais e urbanizadas (Barbosa *et al.*, 2020).

Os atropelamentos de fauna em rodovias são uma das principais causas de mortalidade de animais silvestres em diversos biomas (Barbosa *et al.*, 2020). Esse fenômeno é amplamente documentado em várias partes do mundo, afetando espécies de diferentes portes, grupos taxonômicos e hábitos (Filius *et al.*, 2020). Os atropelamentos não apenas resultam na perda de indivíduos, mas também no isolamento de populações, dificultando a troca genética e levando ao declínio populacional de espécies, muitas delas com sensibilidade biológica (Forman; Alexander, 1998; Gračanin *et al.*, 2023). A fragmentação de habitats causada por rodovias e o aumento do tráfego veicular intensificam esses efeitos, tornando as estradas um obstáculo físico e ecológico (Lenhardt *et al.*, 2017).

Nas últimas décadas, a Ecologia de Estradas emergiu como resposta à necessidade de mitigar os impactos das rodovias sobre a fauna (e.g., Forman; Alexander, 1998; Coffin, 2007). Estratégias como a construção de passagens de fauna, cercas direcionadoras e redutores de velocidade são amplamente utilizadas em vários países, com eficácia variável (Huiiser *et al.*, 2016; Rytwinski *et al.*, 2016). A instalação dessas infraestruturas visa restaurar a conectividade ecológica e reduzir os atropelamentos, permitindo ao mesmo tempo o desenvolvimento de rodovias essenciais para a sociedade (Schmidt *et al.*, 2021). Porém, a implementação e manutenção dessas medidas exigem planejamento cuidadoso, considerando as particularidades de cada região e espécie (Donaldson; Elliot, 2021).

No Brasil, o Cerrado, um bioma altamente biodiverso, enfrenta desafios com a expansão da malha rodoviária. A fragmentação de habitats, intensificada pela expansão agrícola e urbanização (Myers *et al.*, 2000), ameaça espécies

vulneráveis. No Distrito Federal, no coração do Cerrado, rodovias em torno de áreas protegidas e unidades de conservação criam um cenário crítico para a fauna local, aumentando os riscos de atropelamento e afetando a conectividade dos habitats.

Este capítulo foca no Distrito Federal (DF), onde unidades de conservação são vulneráveis aos impactos das rodovias. Com base nos dados do Projeto Rodo-Fauna (IBRAM, 2013), realizado entre 2010 e 2012, são discutidas as estratégias mitigadoras adotadas para reduzir os atropelamentos de fauna, analisando sua eficácia e refletindo sobre os desafios futuros. Além disso, abordam-se hipóteses que explicam os padrões de atropelamento na região e as lacunas ainda presentes na gestão de rodovias e conservação da fauna.

UM PANO DE FUNDO TEÓRICO

Fragmentação de habitats e mortalidade de fauna em rodovias

A fragmentação de habitats é um dos principais fatores que agravam a mortalidade de fauna em rodovias, especialmente em regiões onde a biodiversidade já está sob pressão (Fahrig; Rytwinski, 2009; Laurance *et al.*, 2014). Rodovias e estradas atuam como barreiras físicas que interrompem o fluxo natural de animais entre diferentes áreas de habitat, isolando populações e dificultando a dispersão e migração de espécies (Laurance *et al.*, 2009; Van Der Ree *et al.*, 2015). Esse isolamento pode levar a uma série de consequências negativas, como a redução da variabilidade genética (HoldereggeR; DI Giulio, 2010; Jackson; Fahrig, 2011) e o aumento da vulnerabilidade das espécies à extinção local (Haddad *et al.*, 2015).

Espécies de maior mobilidade, como mamíferos de grande porte e aves, são frequentemente vítimas de atropelamento, uma vez que precisam cruzar as rodovias em busca de alimento, abrigo ou parceiros reprodutivos (Forman; Alexander, 1998; Coffin, 2007). As espécies de pequeno porte, por sua vez, podem sofrer com a falta de conectividade entre fragmentos de habitat, comprometendo suas rotas de dispersão e reduzindo suas chances de sobrevivência (Jackson; Fahrig, 2011). Além disso, as estradas criam zonas de alta mortalidade para a fauna, conhecidas como hotspots de atropelamento (Ramp *et al.*, 2005; Hallisey *et al.*, 2022). Esses locais são caracterizados pela combinação de fatores como

a proximidade de áreas naturais, alta densidade de tráfego e características específicas da rodovia e do entorno (Rytwinski; Fahrig, 2012).

Hipóteses sobre mortalidade de fauna em rodovias

Diversas hipóteses foram propostas para explicar os padrões de mortalidade de fauna em rodovias, sendo as mais comuns relacionadas à densidade de tráfego, fragmentação de habitats e características geográficas das áreas circundantes. A seguir, destacamos três hipóteses principais que embasam a análise dos atropelamentos de fauna no contexto do DF:

Hipótese da densidade de tráfego: Essa hipótese sugere que quanto maior a densidade de tráfego em uma rodovia, maior será o risco de atropelamentos de fauna (Rytwinski; Fahrig, 2012). Isso se deve ao aumento da probabilidade de encontros entre animais e veículos, especialmente em estradas com alta circulação de veículos pesados e em áreas próximas a habitats ricos em biodiversidade (Seiler, 2004). No caso do DF, a expansão da malha rodoviária e o aumento expressivo da frota de veículos tornam essa hipótese particularmente relevante.

Hipótese da fragmentação de habitats: Rodovias fragmentam habitats naturais, criando barreiras físicas que dificultam o movimento seguro da fauna (Forman; Alexander, 1998). Essa fragmentação reduz a conectividade entre áreas de habitat, forçando os animais a atravessarem estradas em áreas de maior risco de atropelamento. Essa hipótese é amplamente discutida na literatura de Ecologia de Estradas, sendo uma das mais aceitas para explicar os padrões de mortalidade em áreas de conservação seccionadas por rodovias (Forman; Alexander, 1998).

Hipótese da localização geográfica: Certas áreas geográficas, como regiões próximas a parques nacionais, reservas naturais ou habitats importantes, apresentam maior risco de atropelamento devido à maior densidade de espécies que atravessam as rodovias (Clevenger *et al.*, 2003). A proximidade das rodovias no DF a áreas como o PNB e a ESECAE exemplifica essa hipótese, pois são regiões com alta biodiversidade e movimentação frequente de animais (sensu Rytwinski *et al.*, 2015).

Ecologia de estradas e estratégias mitigadoras

O campo da Ecologia de Estradas tem se dedicado ao estudo das interações entre rodovias e sistemas ecológicos, com o objetivo de mitigar os impactos negativos da infraestrutura viária sobre a fauna e a flora (Forman; Alexander, 1998). Dentro desse campo, diversas estratégias têm sido propostas para reduzir a mortalidade de fauna em rodovias. As mais comuns incluem a instalação de passagens de fauna, cercas direcionadoras, redutores de velocidade e melhorias na sinalização rodoviária (Clevenger *et al.*, 2001).

As passagens de fauna são estruturas projetadas para permitir que os animais atravessem rodovias com segurança, sem a necessidade de interação direta com os veículos. Elas podem ser construídas em diferentes formas, como túneis subterrâneos, passarelas elevadas ou viadutos vegetados, dependendo das características da área e das espécies que se deseja proteger. Estudos mostram que essas passagens, quando bem implementadas, podem reduzir significativamente os atropelamentos, ao mesmo tempo que restabelecem a conectividade entre habitats fragmentados (Glista *et al.*, 2009; Morelli *et al.*, 2014; Villalobos-Hoffman *et al.*, 2022).

As cercas direcionadoras, por sua vez, têm como objetivo guiar os animais até as passagens de fauna, evitando que cruzem a rodovia em locais não protegidos. A eficácia dessas cercas depende de sua manutenção adequada e da localização estratégica, fatores que, quando negligenciados, podem comprometer a segurança dos animais e dos motoristas (Fahrig; Rytwinski, 2009).

Outras medidas, como a redução da velocidade em trechos críticos e a melhoria da sinalização para alertar os motoristas sobre a presença de fauna, são estratégias complementares que podem ajudar a reduzir a mortalidade de fauna em rodovias (Farmer; Brooks, 2012; Riginos *Et al.*, 2022). No entanto, a eficácia dessas medidas ainda precisa de avaliações contínuas, especialmente em regiões urbanizadas como o DF, onde a manutenção de estruturas mitigadoras é frequentemente desafiada pelo vandalismo e pela falta de recursos.

Hotspots de atropelamentos e a importância da identificação estratégica

A identificação de hotspots de atropelamentos é essencial para a implementação eficaz de medidas mitigadoras. Um hotspot é definido como um trecho específico de rodovia onde ocorrem concentrações significativamente maiores de atropelamentos de fauna em comparação com outros trechos (Sanos *et al.*, 2015). Esses locais, quando identificados e monitorados, permitem que ações direcionadas sejam tomadas para minimizar os impactos sobre a fauna, como a instalação de passagens de fauna e a colocação de sinalização específica (Clevenger *et al.*, 2001).

No contexto de áreas de alta biodiversidade, como as unidades de conservação presentes no DF, a identificação de hotspots é elementar para a proteção da fauna local. A literatura indica que a instalação de passagens de fauna, cercas e sinalização específica em rodovias próximas a essas áreas pode minimizar os impactos negativos sobre a fauna (Villalobos-Hoffman *et al.*, 2022). No entanto, a eficácia dessas medidas depende da implementação contínua e de uma manutenção regular, especialmente em áreas urbanas, onde o tráfego intenso e a fragmentação de habitats tornam a fauna mais vulnerável a atropelamentos.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Distrito Federal (DF), situado no Centro-Oeste do Brasil (15°47' S e 47°52' W), cobre aproximadamente 5.802 km² e está inserido no bioma Cerrado, conhecido por sua alta biodiversidade e ameaças severas causadas pela ação humana. A região abriga importantes unidades de conservação, como a Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE), que protege ecossistemas únicos e nascentes essenciais, e o Parque Nacional de Brasília (PNB), que preserva grandes áreas de Cerrado e fontes de abastecimento hídrico da capital. O complexo formado pelo Jardim Botânico de Brasília (JBB), a Reserva Ecológica do IBGE e a Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL) é estratégico para pesquisas científicas e conservação da biodiversidade, com áreas de vegetação nativa que servem de refúgio para diversas espécies de fauna e flora.

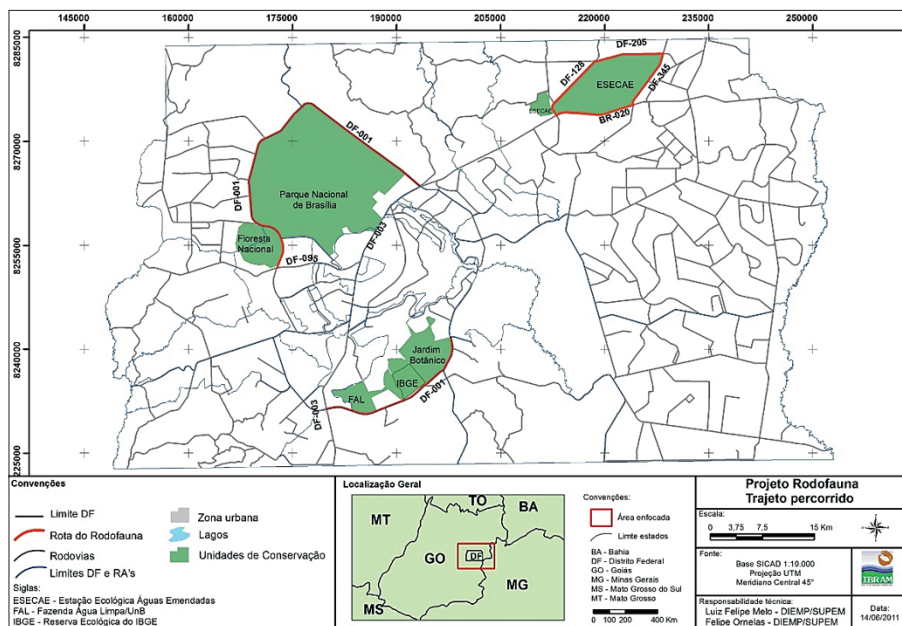
No entanto, o DF é também atravessado por rodovias significativas, como a DF-001, DF-003, DF-128 e BR-020, que fragmentam habitats e geram potenciais pontos críticos para a mortalidade de fauna, especialmente devido a colisões com veículos automotores. A topografia, composta por planaltos e áreas onduladas, combinada com a expansão da infraestrutura urbana e rodoviária, agrava a fragmentação dos habitats e compromete a conectividade ecológica. Esses fatores tornam o DF uma área de grande relevância para o estudo da interação entre a infraestrutura rodoviária e a conservação da biodiversidade, ressaltando nas proximidades e cercanias das unidades de conservação.

Procedência dos dados

Para analisar a mortalidade de fauna causada por atropelamentos e a eficácia das medidas mitigadoras no DF, foi realizada uma investigação baseada em dados do Projeto RodoFauna, coletados entre abril de 2010 e março de 2012. A área de estudo foi delimitada pelas rodovias que circundam as supracitadas unidades de conservação, (Figura 1), e incluem a DF-001, DF-003, DF-128, DF-205, DF-345, e a BR-020.

A coleta de dados de atropelamentos do RodoFauna foi realizada em colaboração com diversos órgãos ambientais e de tráfego, incluindo o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Como parte da metodologia, percorreu-se cerca de 480 km de rodovias nos trechos selecionados para verificar os pontos críticos de atropelamentos (hotspots) e avaliar a condição das passagens de fauna e cercas direcionadoras já existentes.

Figura 1 - Localização das Unidades de Conservação para coleta de dados do RodoFauna no Distrito Federal.



Fonte: IBRAM (2012).

O mapeamento dos hotspots foi realizado utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitiram identificar os trechos com maior incidência de atropelamentos de fauna. Essa identificação foi fundamental para direcionar as medidas mitigadoras, como a instalação de passagens de fauna e cercas direcionadoras, em locais estrategicamente selecionados.

Análise dos corredores ecológicos

Um aspecto central da metodologia foi o levantamento dos corredores ecológicos e das áreas de habitat essenciais para a fauna local. Esses corredores foram mapeados a partir de dados geoespaciais, utilizando o software QGIS, que permitiu integrar as informações sobre os atropelamentos com os padrões de movimentação da fauna. A avaliação da conectividade entre os fragmentos de habitat e a funcionalidade das passagens de fauna foi feita em campo, por meio de vistorias, para determinar se os animais estavam utilizando as passagens de maneira eficaz.

Avaliação da efetividade das medidas mitigadoras

Para avaliar a efetividade das passagens de fauna e das cercas direcionadoras já implantadas, foi conduzida uma vistoria em campo, que incluiu a verificação da manutenção dessas estruturas e a observação de possíveis danos causados por vandalismo ou desgaste natural. A partir dessa avaliação, foram sugeridas melhorias nas estratégias de manutenção das passagens e cercas, considerando-se o contexto das áreas urbanas, onde a degradação das estruturas é mais frequente.

RESULTADOS

Dados gerais de atropelamento

Nos trechos monitorados pelo projeto RodoFauna, foram registradas 5.163 carcaças de animais resultantes de atropelamentos, distribuídas entre aves, mamíferos, répteis e anfíbios. A Figura 2 ilustra algumas destas fatalidades. As aves foram o grupo mais afetado pela mortalidade, enquanto mamíferos e répteis juntos representaram 42,2% do total de carcaças (Tabela 1). Do total de animais atropelados, 85,6% eram espécies selvagens e 14,4% eram domésticos, evidenciando a alta vulnerabilidade da fauna nativa local às colisões com veículos nas rodovias que circundam as unidades de conservação.

Tabela 1 - Valores numéricos de animais atropelados e mortos no DF.

Grupo taxonômico	Número de atropelamentos e mortos	Percentual de mortalidade
Aves	3.124	60,5%
Mamíferos	1.075	20,8%
Répteis	690	13,4%
Anfíbios	274	5,3%

Fonte: Projeto RodoFauna (2013), adaptado pelos Autores (2024).

Identificação dos hotspots

Foram identificados 25 hotspots, ou pontos críticos, de atropelamento nas rodovias que circundam as unidades de conservação abrangidas pelo projeto RodoFauna. Os resultados mostram que os trechos de rodovias próximos à ESECAE concentram a maior parte dos atropelamentos, com 15 pontos críticos

(Figura 3). As rodovias ao redor do PNB apresentam seis pontos críticos (Figura 4), enquanto nas proximidades do complexo JBB-IBGE-FAL foram registrados quatro (Figura 5). Parece haver uma relação positiva entre quantidade de pontos críticos e mortalidade de animais oriundas de colisões com veículos automotores trafegando. De fato, a ESECAE tem uma representatividade numérica significativamente maior em termos de mortalidade em comparação com as demais unidades de conservação. Os padrões observados são consistentes com os dados gerais, que indicam uma mortalidade severa predominante de aves, seguidas por mamíferos, répteis e anfíbios ($\chi^2 = 114,3$, gl = 6, $p < 0,0001$; Figura 6).

Avaliação das passagens de fauna

Durante as vistorias de campo, foram avaliadas as condições das passagens de fauna instaladas em pontos críticos, como na rodovia DF-001 e nas proximidades do PNB. Embora as passagens estejam em boas condições de uso, as cercas direcionadoras associadas apresentam problemas em diversos trechos. Entre os principais desafios observados estão o vandalismo, ou seja, danos recorrentes às cercas, especialmente em áreas urbanas, o que compromete a eficácia das passagens de fauna, permitindo que os animais atravessem a rodovia em locais não protegidos. Além disso, há o problema de manutenção inadequada: a falta de recursos para a manutenção regular das passagens e cercas é um dos principais fatores limitantes.

Figura 2 - Exemplos de animais mortos devido a atropelamentos nas cercanias de unidades de conservação do DF.



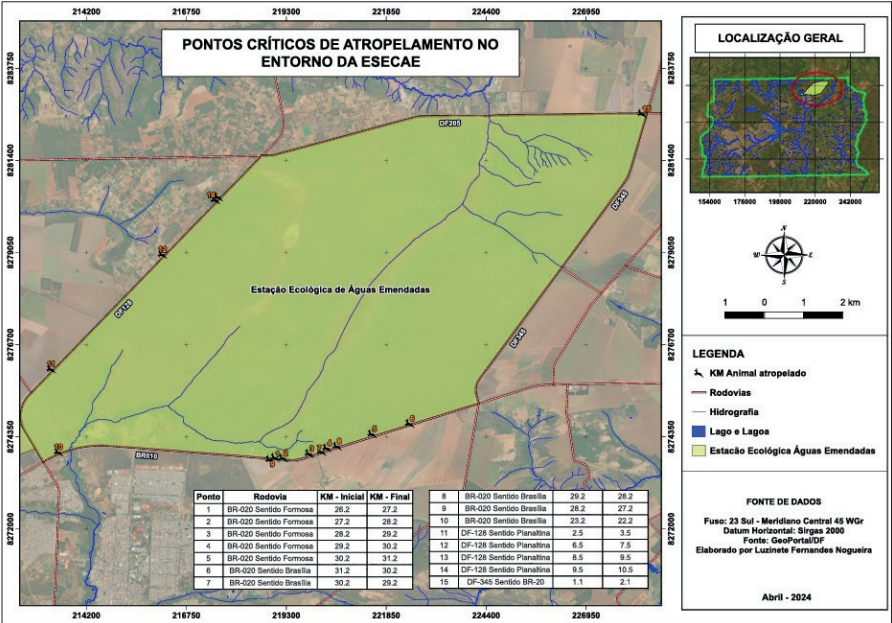
Nota: Acima, uma anta (*Tapirus terrestris*). A anta estava prenha: a fotografia ao lado é do seu filhote, removido após uma autópsia. Abaixo, um lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) adulto. A foto ao lado mostra um quero-quero (*Vanellus chilensis*).

Fonte: Os autores (2023;2024); Cláudia Rocha Campos (2024); Suelem Leão e Filipe Reis (2010).

Efetividade das medidas mitigadoras

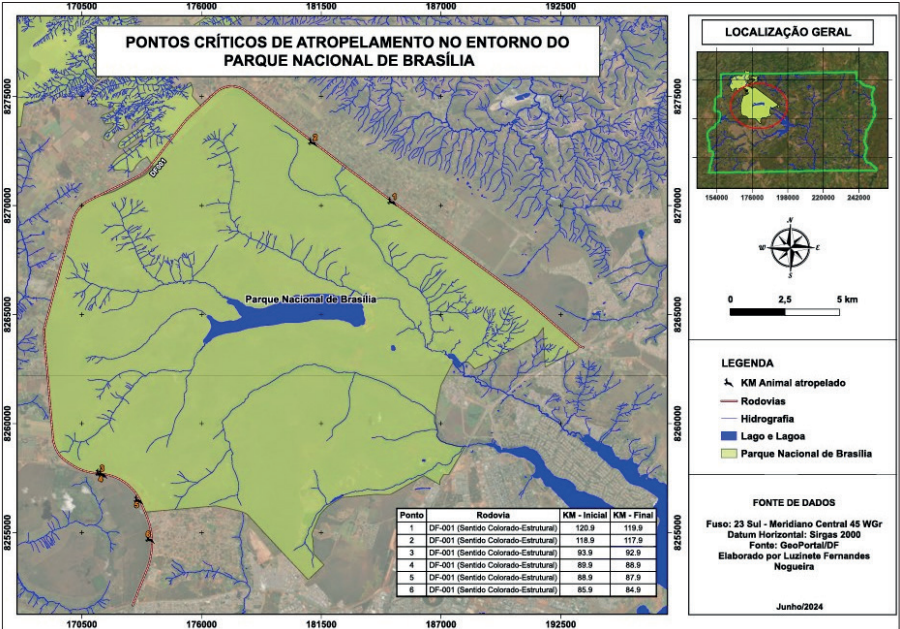
A análise dos dados do monitoramento realizado pelo Projeto RodoFauna indica que, em trechos onde as passagens de fauna estão bem preservadas e as cercas direcionadoras em funcionamento, houve uma redução perceptível no número de atropelamentos. Em contrapartida, nas áreas onde a manutenção dessas estruturas foi negligenciada, a mortalidade de fauna continuou elevada. Além disso, a sinalização e os redutores de velocidade instalados em pontos estratégicos demonstraram eficácia limitada, pois muitos motoristas não reduziram a velocidade conforme recomendado. Esses resultados sugerem que a combinação de passagens de fauna bem mantidas com cercas direcionadoras pode ser uma das medidas mais eficazes para mitigar os atropelamentos de fauna.

Figura 3 - Hotspots de atropelamento de fauna nas rodovias cercando a ESECAE, DF.



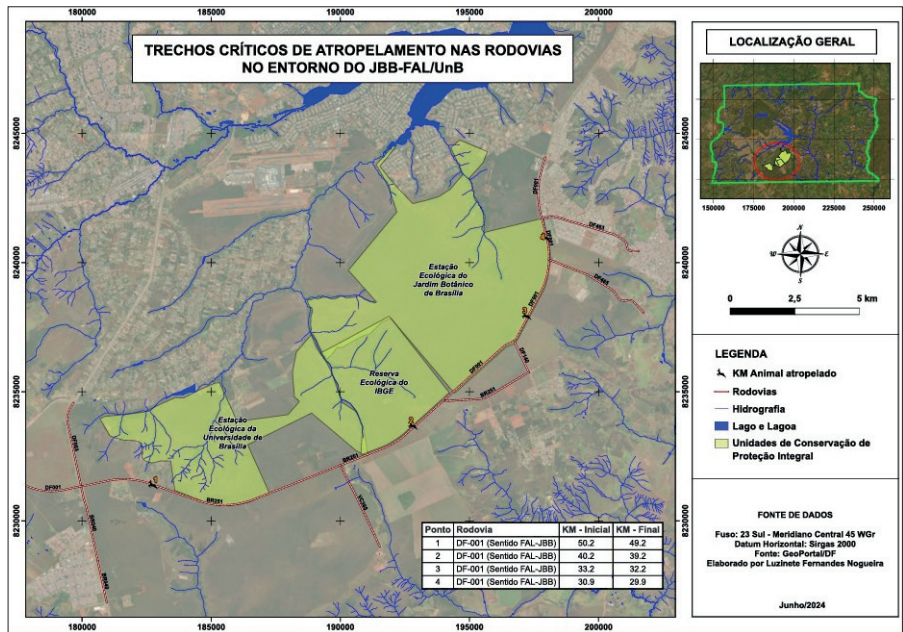
Fonte: Os autores e Luzinete Fernandes Nogueira (2024).

Figura 4 - Hotspots de atropelamento de fauna nas rodovias cercando o PNB, DF.



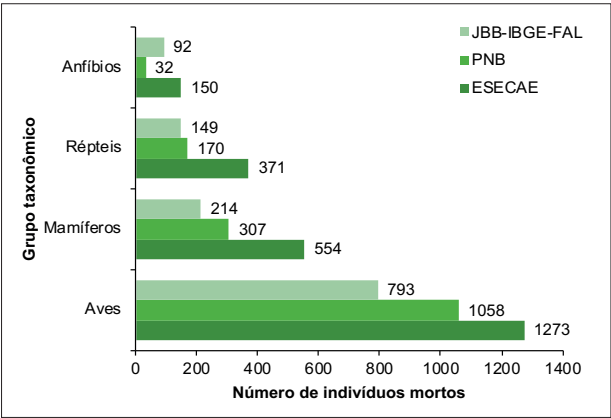
Fonte: Os autores e Luzinete Fernandes Nogueira (2024).

Figura 5 - Hotspots de atropelamento de fauna nas rodovias cercando complexo JBB-IBGE-FAL, DF.



Fonte: Os autores e Luzinete Fernandes Nogueira (2024).

Figura 6 - Mortalidade de animais de acordo com o grupo taxonômico e rodovias das cercanias das unidades de conservação no DF.



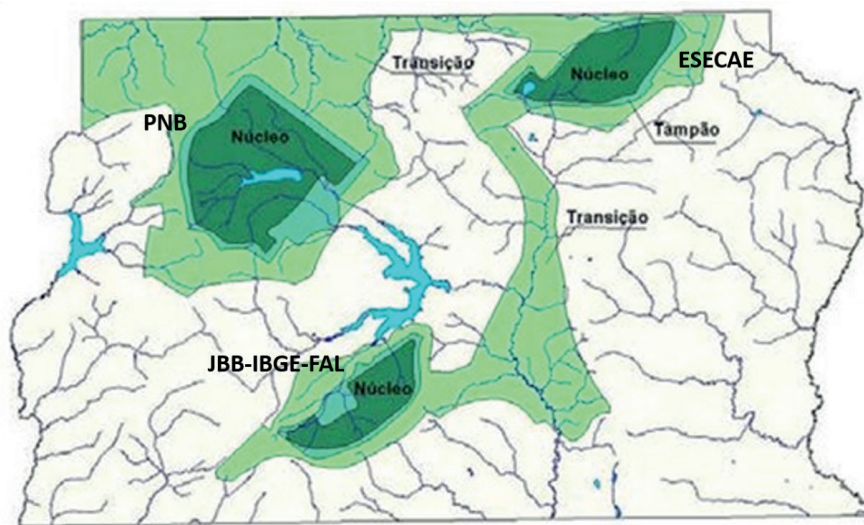
Fonte: Autores (2024).

Mapeamento dos corredores ecológicos

A análise dos corredores ecológicos no Distrito Federal, realizada a partir dos dados do Projeto RodoFauna, identificou fragmentos de habitat conectados

por rodovias em áreas próximas a unidades de conservação, ou seja, ESECAE, PNB e JBB-IBGE-FAL. As rodovias DF-001, DF-003 e DF-020 foram mapeadas como os principais trechos que fragmentam esses habitats (Figura 7). Durante as vistorias em campo, foi constatado que as passagens de fauna instaladas em pontos críticos, como nas proximidades do PNB e ESECAE, apresentam condições variadas de conservação (Figura 8). Cercas direcionadoras associadas às passagens foram observadas, mas em diversos trechos foram registradas falhas de manutenção, como vandalismo e deterioração, aparentemente devido à falta de recursos. A percepção é de que, nas áreas onde as passagens de fauna e cercas estavam intactas, houve uma redução significativa no número de atropelamentos, destacando sua importância para a conectividade dos corredores ecológicos. Contudo, em trechos onde as cercas estavam danificadas ou ausentes, a mortalidade de fauna permaneceu elevada.

Figura 7 - Corredores ecológicos interligando as unidades de conservação abrangidas no Projeto RodoFauna.



Fonte: TOPOCART (2012).

Figura 8 - Estado de conservação das medidas mitigatórias de atropelamento de fauna nos hotspots e corredores ecológicos: a) túnel climático; b) placas de sinalização; c) cerca; d) túnel com cerca; e) cerca vandalizada e deteriorada; f) túnel com cerca vandalizada e deteriorada.



Fonte: Autores (2024).

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados confirmam a severidade dos impactos das rodovias sobre a fauna no DF, em particular a fragmentação de habitats e a alta mortalidade de animais silvestres, destacando as aves, devido a atropelamentos, sobretudo em áreas próximas às unidades de conservação. Os hotspots identificados ao redor da Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE), Parque Nacional de Brasília (PNB) e o complexo JBB-IBGE-FAL é consistente com o padrão amplamente documentado na literatura de Ecologia de Estradas, em que

as rodovias, ao seccionarem áreas de alto valor ecológico, agravam os riscos de mortalidade da fauna (Coffin, 2007; Laurance *et al.*, 2009).

A eficiência das passagens de fauna e cercas direcionadoras observada nos trechos onde essas estruturas estão bem conservadas reflete o potencial dessas medidas mitigadoras para reduzir os impactos das rodovias. No entanto, a degradação de cercas, sobretudo devido ao vandalismo e falta de manutenção, compromete seriamente a eficácia dessas intervenções. Estudos mostram que a manutenção inadequada dessas infraestruturas pode reverter os benefícios esperados, permitindo que os animais continuem a atravessar as rodovias em locais não protegidos (Clevenger *et al.*, 2003; Donaldson; Elliott, 2021).

Ademais, a predominância de atropelamentos de aves, seguidas por mamíferos e répteis, sugere que o comportamento de movimentação e dispersão de diferentes grupos taxonômicos deve ser considerado no planejamento de estratégias mitigadoras. Aves, por exemplo, são muitas vezes subestimadas em estudos de mitigação, embora sua mortalidade em rodovias tenha implicações significativas para a conectividade ecológica e para a estabilidade populacional (Morelli *et al.*, 2014). Além disso, passagens e cercas não parecem muito eficientes para proteger aves de atropelamentos. Medidas como sinalização específica, redutores de velocidade e modificações na paisagem, como o afastamento da vegetação das margens das rodovias, podem ajudar a reduzir esses impactos. As medidas mitigadoras, portanto, devem ser ajustadas para atender às necessidades específicas de diferentes grupos taxonômicos, garantindo uma proteção mais eficaz.

A literatura também reforça que a simples instalação de passagens de fauna não é suficiente; é necessário um planejamento cuidadoso que leve em consideração a localização estratégica, a manutenção regular e o monitoramento contínuo da efetividade dessas estruturas (Rytwinski *et al.*, 2016). No contexto do DF, onde as rodovias frequentemente atravessam áreas protegidas e fragmentam habitats críticos, a implementação dessas medidas requer uma abordagem integrada entre os gestores rodoviários e as instituições de conservação. Isso é particularmente importante em áreas onde a expansão urbana é intensa, agravando a fragmentação e a pressão sobre a biodiversidade (Myers *et al.*, 2000).

Além disso, as limitações observadas no uso de redutores de velocidade e sinalização em áreas de alto risco indicam que, embora sejam úteis como medidas complementares, sua eficácia depende fortemente da adesão dos motoristas.

Estudos demonstram que, em áreas urbanizadas, a combinação dessas medidas com passagens de fauna e cercas direcionadoras pode ser mais eficaz para reduzir a mortalidade de fauna (Farmer; Brooks, 2012; Huijser *et al.*, 2016). No entanto, no caso do DF, algumas estruturas parecem negligenciadas, resultando em uma alta taxa de atropelamentos, conforme observado nas rodovias DF-001 e DF-003.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que as rodovias no DF têm um impacto significativo sobre a fauna local, exacerbando a fragmentação de habitats e causando uma elevada mortalidade por atropelamentos, especialmente em áreas próximas às unidades de conservação. As passagens de fauna e cercas direcionadoras mostraram-se eficazes na redução de atropelamentos quando devidamente mantidas, mas a falta de manutenção adequada comprometeu sua eficiência em diversas áreas. Isso ressalta a importância de um manejo contínuo das infraestruturas mitigadoras, alinhada a políticas públicas que garantam a preservação da biodiversidade em um contexto de crescente antropização. Portanto, o desafio para o futuro é assegurar que as medidas de mitigação sejam não apenas implementadas, mas monitoradas e adaptadas de acordo com as demandas ecológicas e socioeconômicas do DF.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, P.; SCHUMAKER, N.; BRANDON, K. R.; BAGER, A.; GRILO, C. Simulating the consequences of roads for wildlife population dynamics. **Landscape and Urban Planning**, v. 193, p. 103672, 2020.
- CEIA-HASSE, A.; NAVARRO, L.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; PEREIRA, H. Population persistence in landscapes fragmented by roads: disentangling isolation, mortality, and the effect of dispersal. **Ecological Modelling**, v. 375, p. 45-53, 2018.
- CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. **Wildlife Society Bulletin**, v. 29, n. 2, p. 646-653, 2001.
- CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109, n. 1, p. 15-26, 2003.
- COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.

DONALDSON, B.; ELLIOTT, K. E. M. Enhancing existing isolated underpasses with fencing reduces wildlife crashes and connects habitat. **Human-Wildlife Interactions**, v. 15, p. 20, 2021.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1, p. 21, 2009.

FARMER, R. G.; BROOKS, R. J. Integrated risk factors for vertebrate roadkill in southern Ontario. **Journal of Wildlife Management**, v. 76, n. 6, p. 1215-1224, 2012.

FILIUS, J.; VAN DER HOEK, Y.; JARRÍN-V., P.; VAN HOOFT, P. Wildlife roadkill patterns in a fragmented landscape of the Western Amazon. **Ecology and Evolution**, v. 10, p. 6623-6635, 2020.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T.; DEWOODY, J. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 1, p. 1-7, 2009.

GRAČANIN, A.; KNIPLER, M. L.; MIKAC, K. Informing wildlife corridor creation through population genetics of an arboreal marsupial in a fragmented landscape. **Genes**, v. 14, n. 2, p. 349, 2023.

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBER, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v. 1, p. e1500052, 2015.

HALLISEY, N.; BUCHANAN, S. W.; GERBER, B.; CORCORAN, L. S.; KARRAKER, N. Estimating road mortality hotspots while accounting for imperfect detection: a case study with amphibians and reptiles. **Land**, v. 11, n. 5, p. 739, 2022.

HILL, J. E.; DEVAULT, T. L.; BELANT, J. L. Cause-specific mortality of the world's terrestrial vertebrates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 28, n. 5, p. 680-689, 2019.

HOLDEREGGER, R.; DI GIULIO, M. The genetic effects of roads: a review of empirical evidence. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, n. 6, p. 522-531, 2010.

HUIJSER, M.; FAIRBANK, E.; CAMEL-MEANS, W.; GRAHAM, J.; WATSON, V.; BASTING, P.; BECKER, D. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. **Biological Conservation**, v. 197, p. 61-68, 2016.

JACKSON, N. D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. **Biological Conservation**, v. 144, n. 12, p. 3143-3148, 2011.

LAURANCE, W. F.; CLEMENTS, G. R.; SLOAN, S.; O'CONNELL, C. S.; MUELLER, N. D.; GOOSEM, M. *et al.* A global strategy for road building. **Nature**, v. 513, n. 7517, p. 229-232, 2014.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LENHARDT, P. P.; BRÜHL, C.; LEEB, C.; THEISSINGER, K. Amphibian population genetics in agricultural landscapes: does viniculture drive the population structuring of the European common frog (*Rana temporaria*)? **PeerJ**, v. 5, e3520, 2017.

MORELLI, F.; BEIM, M.; JERZAK, L.; JONES, D.; TRYJANOWSKI, P. Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? – a review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 30, p. 21-31, 2014.

- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.
- RAMP, D.; CALDWELL, J.; EDWARDS, K. A.; WARTON, D.; CROFT, D. B. Modelling of wildlife fatality hotspots along the Snowy Mountain Highway in New South Wales, Australia. **Biological Conservation**, v. 126, n. 4, p. 474–490, 2005.
- RIGINOS, C.; FAIRBANK, E.; HANSEN, E. P.; KOLEK, J.; HUIJSER, M. Reduced speed limit is ineffective for mitigating the effects of roads on ungulates. **Conservation Science and Practice**, v. 4, n. 3, e618, 2022.
- RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 87–98, 2012.
- RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. The impacts of roads and traffic on terrestrial animal populations. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. (Eds.). *Handbook of Road Ecology*. New York: Springer, 2015. p. 237–246.
- RYTWINSKI, T.; SOANES, K.; JAEGER, J. A. G.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C.; HOULAHAN, J.; VAN DER REE, R.; VAN DER GRIFT, E. A. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 11, p. e0166941, 2016.
- SANTOS, S.; MARQUES, J. T.; LOURENÇO, A.; MEDINAS, D.; BARBOSA, A.; BEJA, P.; MIRA, A. Sampling effects on the identification of roadkill hotspots: Implications for survey design. **Journal of Environmental Management**, v. 162, p. 87–95, 2015.
- IBRAM (Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental). **Diagnóstico e proposição de medidas mitigadoras para atropelamento de fauna – Projeto RodoFauna**. IBRAM, 2013.
- SCHMIDT, G. M.; LEWISON, R.; SWARTS, H. M. Pairing long-term population monitoring and wildlife crossing structure interaction data to evaluate road mitigation effectiveness. **Biological Conservation**, v. 257, 109085, 2021.
- SEILER, A. Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. **Wildlife Biology**, v. 10, n. 4, p. 301–313, 2004.
- TOPOCART - Topografia, Engenharia e Aerolevantamentos S/S Ltda. Base de dados - 2012/2013.
- VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. The ecological effects of linear infrastructure and traffic. In: Van der Ree, R.; Smith, D. J.; Grilo, C. **Handbook of Road Ecology**. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. pp. 1–9, 2015.
- VILLALOBOS-HOFFMAN, R.; EWING, J. E.; MOORING, M. Do wildlife crossings mitigate the roadkill mortality of tropical mammals? A case study from Costa Rica. **Diversity**, v. 14, n. 8, p. 665, 2022.

FORMAÇÃO SUSTENTÁVEL NO ENSINO SUPERIOR: A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA REDE ACES

Luiz Henrique Vieira dos Santos
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Silma Costa dos Santos Scotti
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este capítulo investiga a implementação de práticas de ambientalização curricular no ensino superior, com ênfase em metodologias ativas que promovam interdisciplinaridade e temas socioambientais. Destaca-se a Rede ACES como plataforma de colaboração para fomentar a sustentabilidade entre instituições.

Metodologia: A pesquisa teve caráter qualitativo, descritivo e exploratório, utilizando revisão bibliográfica. Foram consultados artigos, livros e diretrizes educacionais dos últimos seis anos, com o intuito de identificar como essas práticas estão sendo aplicadas e quais os principais desafios e avanços observados, analisando práticas pedagógicas e metodologias que incentivam a conscientização ambiental.

Resultados: Os resultados indicam que, embora existam avanços na integração de temas ambientais nos currículos, ainda há lacunas na adoção sistemática de metodologias que estimulem uma consciência crítica socioambiental. A análise revela que redes colaborativas, como a Rede ACES, têm papel fundamental na promoção da ambientalização curricular, facilitando a cooperação e o desenvolvimento de práticas inovadoras entre as instituições. **Conclusão:** Conclui-se que a ambientalização curricular é essencial para a formação de profissionais preparados para os desafios da sustentabilidade. Reforça-se a necessidade de políticas e iniciativas educacionais que fortaleçam a educação ambiental de forma integrada e contínua, promovendo o desenvolvimento de competências socioambientais no ensino superior.

Palavras-chave: ambientalização curricular; formação socioambiental; meio ambiente; currículo universitário verde; desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se observado um crescente interesse na sociedade em discutir temas relacionados ao meio ambiente. Dentre esses tópicos, destacam-se a preservação ambiental, a criação de unidades de conservação, a formação de redes ecológicas, a gestão de resíduos sólidos e a administração dos recursos hídricos. Estas questões têm sido objeto constante de análise e debate no âmbito social e científico (Guerra; Figueiredo, 2014).

É notório que desastres ambientais vêm ocorrendo com uma frequência crescente. Tragédias como o vazamento de óleo na Bahia de Guanabara (2000), Rompimento da barragem do Fundão em Mariana (2015) e o Rompimento da barragem Mina do Feijão em Brumadinho (2019), evidenciam a importância e a relevância da educação ambiental em todas as esferas da sociedade. Conforme defendido por Mattioli e Kato (2019) os desastres naturais estão presentes nas mais variadas sociedades, contudo em algumas há um maior índice de incidência.

Enfrentamos, portanto, uma “crise civilizatória sem precedentes e, muitas vezes, esta é camuflada pelo sistema vigente que insiste em banalizar e mascarar os acontecimentos, agravando, assim, a crise socioambiental” (Mota; Cousin; Kitzmann, 2018, p. 218). A ação antrópica ocasionou problemas ambientais em escala global, nos levando à necessidade de aprofundar o debate ambiental de forma estruturada.

Dessa forma a Educação Ambiental - EA apresenta-se como uma alternativa assertiva para a transformação da sociedade, contribuindo para a construção da cultura ambiental (Parga-Lozano; Carvalho, 2017).

No Brasil, A Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA, publicada em 1999 e mais tarde as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental - DCNEA, publicadas em 2012, preveem que a “Educação Ambiental é componente integrante, essencial e permanente da Educação Nacional - EA, devendo estar presente, de forma articulada, nos níveis e modalidades da Educação Básica e da Educação Superior, para isso devendo as instituições de ensino promovê-la integradamente nos seus projetos institucionais e pedagógicos” (Brasil, 2012). Portanto as Instituições de Ensino Superior – IES, possui papel fundamental na implementação da Educação Ambiental.

Corroborando a ideia de que há uma necessidade emergente de se discutir e debater acerca da EA, autores como Borges, Silva e Carniatto (2020); Rink e Megid Neto (2020); Rodrigues (2015); Schulz, Peruzo e Carvalho (2019); Pavesi (2011) entre outros, consideram ser indiscutível o papel das IES na integração das dimensões da temática socioambiental, contribuindo para construção de uma sociedade mais justa e igualitária, comprometida com valores éticos.

No âmbito do ensino superior a ambientalização curricular têm conquistado bastante espaço, tanto no âmbito nacional quanto no internacional, consolidando uma área de investigação e ação com potencial transformador no que diz respeito à educação ambiental (Guerra; Figueiredo, 2014).

Esse artigo trata dos principais conceitos e modelos de análise relacionados à ambientalização curricular no ensino superior, tratando desde o debate sobre educação ambiental até o conceito mais recente de ambientalização curricular no ensino superior. O artigo busca construir algumas pontes entre as diversas teorias no intuito de enriquecer o debate à respeito da ambientalização curricular.

O texto é dividido em três partes, a primeira apresenta os principais conceitos relacionados à educação ambiental, na sequência é apresentado a evolução da educação ambiental no Brasil, por fim será debatido os conceitos à respeito da ambientalização curricular e a importância da Rede ACES.

MÉTODOS

O presente estudo possui natureza qualitativa, com a utilização de técnicas de análise documental e análise de conteúdo (Bardin, 2016), focando-se na análise da implementação da ambientalização curricular no ensino superior.

A metodologia incluiu uma revisão de literatura, essenciais para compreender o estado atual das práticas de educação ambiental, tendo como principal base de consulta o Portal de Periódicos da CAPES. Para delineamento da pesquisa, foram utilizados os indexadores: ambientalização curricular.

Essa busca gerou uma amostra de em 86 resultados dessa forma, foi realizada uma delimitação do tema sendo abordadas as contribuições nos últimos 06 anos, reduzindo os resultados para 38 artigos.

Os documentos foram selecionados com base em critérios de relevância, atualidade e alinhamento com os objetivos do estudo, visando identificar tanto

os avanços quanto os desafios enfrentados na adoção de metodologias ativas que promovem a interdisciplinaridade e a conscientização ambiental. As práticas pedagógicas observadas foram examinadas quanto à sua capacidade de estimular a formação crítica e sustentável dos estudantes, incentivando o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e responsabilidade ambiental.

Além disso, a metodologia considerou a diversidade de contextos e abordagens presentes nas publicações, buscando uma perspectiva ampla que abrangesse diferentes práticas de implementação da educação ambiental. Este método permitiu uma compreensão detalhada das estratégias mais eficazes, bem como das lacunas que ainda precisam ser abordadas, contribuindo para a formulação de recomendações para aprimorar a ambientalização curricular no ensino superior.

CONCEITUANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental - EA, enquanto precursora da ambientalização curricular, representa um caminho para o enfrentamento dos grandes problemas ambientais em nossa sociedade. Conforme defendido por Leite *et al.* (2022) muitos dos grandes problemas ambientais que enfrentamos são causados pela falta de sensibilização e pelo baixo senso crítico da população no que diz respeito à assuntos ligados ao meio ambiente.

Conforme definido por Rosa e Flach (2022) a EA é fundamental em todo o mundo, pois tem como objetivo destacar a importância da política econômica nas áreas urbanas para transmitir conhecimentos à população. Ela visa conscientizar, aprimorar habilidades e comportamentos, além de incentivar uma participação mais ativa da comunidade na solução de questões ambientais.

A compreensão clara da EA como um elemento crucial na edificação de uma sociedade consciente da significância da preservação ambiental é evidenciada na obra de De Gregorio, Passos e Lorencini Júnior (2021). No entanto, é imperativo estabelecer uma definição precisa de EA, e a definição mais esclarecedora é aquela consagrada na legislação que regula a EA e estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA. Segundo a PNEA, a EA é conceituada como:

Os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Portanto, é essencial o entendimento de que EA se dá por meio de processos educacionais que podem estar atrelados, ou não, ao sistema de ensino formal. No âmbito da educação formal, em 2012 o Governo Federal publicou as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental - DCNEA. Tais diretrizes avançam na conceituação da EA, enfatizando por meio de seu Art. 2º que EA é:

Uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental (Brasil, 2012).

Ao analisar as definições de EA apresentadas pelo Governo Federal do Brasil, um aspecto torna-se central para o entendimento da EA, sendo a manifestação dessa por meio da coletividade. Ora, por ser um processo educacional, a EA manifesta-se no indivíduo, mas essa só se torna efetiva, se adquirir um caráter social, manifestado pela coletividade de indivíduos. Lima *et al.* (2018) acredita que a EA pode ser um agente impulsionador de mudanças tanto individualmente quanto coletivamente.

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

A evolução da educação ambiental reflete um movimento crescente de conscientização e ação em relação à proteção e conservação do meio ambiente, tornando-se cada vez mais complexo e interconectado ao longo do tempo, caminhando para uma abordagem mais holística e considerando perspectivas globais (Barthes, 2023). A evolução do conceito, culmina também em uma série de eventos, convenções e legislações que destacam a importância de integrar a educação ambiental nos sistemas educativos e nas políticas públicas globais.

O primeiro marco significativo nesta trajetória foi a Convenção de Ramsar (1971), que enfatizou a conservação e o uso racional das áreas úmidas e seus

recursos (Tozato; Dubreuil; Mello-Théry, 2013). Embora não diretamente focada em educação ambiental, a convenção lançou as bases para a conscientização sobre a importância dos ecossistemas.

A Conferência de Estocolmo (1972) foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas - ONU para discutir questões ambientais em uma escala global. Esta conferência mostrou preocupações com a poluição atmosférica e lançou as bases para a cooperação jurídica global para lidar com ela, além de destacar a importância de promover observações científicas da atmosfera para a proteção ambiental (Giles Carnero, 2022).

No Brasil, o Decreto nº 73.030 de 1973 criou a Secretaria Especial do Meio Ambiente, destacando a importância institucional da proteção ambiental no país (Brasil, 1973). Seguindo este movimento, a Carta dos Direitos e Deveres Econômicos dos Estados (1974) da Organização das Nações Unidas - ONU (Ladenthin; Gentil, 2019) e o Programa Internacional de Educação Ambiental (1975) da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (Dorn, 2020) sublinharam a importância da educação ambiental no desenvolvimento econômico e social.

A Conferência Intergovernamental em Educação Ambiental (1977), organizada pela UNESCO, foi um dos eventos mais importantes para a educação ambiental, pois, enfatizou a necessidade de cooperação internacional para enfrentar os desafios ambientais que transcendem as fronteiras nacionais além de definir diretrizes para a incorporação da educação ambiental nos sistemas educativos ao redor do mundo (Gökçe; Dilek, 2021).

A Convenção de Berna (1979) e a Convenção de Genebra (1979) reforçaram a proteção da fauna e flora silvestres e a redução da poluição atmosférica, respectivamente, contribuindo para a conscientização sobre a necessidade de educar as populações sobre esses temas.

No contexto brasileiro, a Lei 6938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e o Decreto nº 88351/83, que regulamentou essa lei, foram fundamentais para o estabelecimento de um arcabouço legal para a educação ambiental no país (Brasil, 1981; Brasil, 1983).

A Lei 226/87, que determinou a necessidade de inclusão da educação ambiental nos currículos escolares de primeiro e segundo graus, marcaram avanços significativos na promoção da educação ambiental formal (Pereira; Guerra, 2018).

A Constituição Federal de 1988, no Capítulo VI, Artigo 225, estabeleceu o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental, impondo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (Brasil, 1988). Esta disposição constitucional fortaleceu o papel da educação ambiental como um instrumento essencial para a cidadania ambiental.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB, Lei 9394/96, em seu Artigo 32, Inciso II, e a Lei 92 (1992), que reconheceu a educação como um processo dinâmico em permanente construção cidadã, consolidaram ainda mais a educação ambiental no sistema educativo brasileiro (Brasil, 1996).

A regulamentação da Educação Ambiental no ensino superior foi estabelecida pela Lei nº 9.794/99 através da Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA. De acordo com o capítulo II, seção I, § 3º, as atividades de estudo, pesquisa e experimentação devem ser direcionadas ao desenvolvimento de instrumentos e metodologias que integrem a dimensão ambiental de forma interdisciplinar nos diferentes níveis e modalidades de ensino. Essas atividades também devem promover a disseminação de conhecimentos, tecnologias e informações sobre questões ambientais, fomentar a participação dos interessados na formulação e execução de pesquisas relacionadas a problemas ambientais, e buscar alternativas curriculares e metodológicas para capacitação na área ambiental (Brasil, 1999).

A PNEA, representou um avanço significativo, estabelecendo diretrizes para a incorporação da educação ambiental em todos os níveis de ensino e na educação não formal, promovendo a conscientização e a responsabilidade ambiental em todas as esferas da sociedade (Brasil, 1999).

Dessa forma, nota-se que a evolução da educação ambiental é marcada por uma crescente conscientização e integração das questões ambientais nos sistemas educativos e nas políticas públicas, refletindo um reconhecimento global da importância de formar cidadãos conscientes e responsáveis pela preservação do meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

AMBIENTALIZAÇÃO CURRICULAR NO ENSINO SUPERIOR E A REDE ACES

A ambientalização curricular no ensino superior refere-se ao processo de integração de valores e questões ambientais nos currículos acadêmicos. Esse processo envolve a incorporação de valores socioambientais aos cursos oferecidos nas universidades (Silva; Tauceda, 2022). Esse conceito, apresenta-se com grande relevância, pois ajuda na integração das questões ambientais no currículo acadêmico, promovendo a conscientização e a ação em prol da sustentabilidade (Rodrigues, 2015).

No contexto brasileiro, essa abordagem tem sido amplamente discutida e implementada por meio de várias políticas públicas e iniciativas educacionais, das quais se destaca a Rede de Ambientalização Curricular do Ensino Superior - ACES. A rede ACES serve como uma plataforma de colaboração entre universidades para integrar questões ambientais nos currículos acadêmicos, promovendo a sustentabilidade (Freitas; Oliveira, 2004).

Conforme defendido por Guerra e Figueiredo (2014) o termo Ambientalização Curricular, foi inicialmente cunhado por pesquisadores(as) de diferentes países, na constituição da Rede ACES. Ainda segundo os autores, a metodologia da rede envolve a identificação de indicadores-chave relacionados à ambientalização e sustentabilidade, como adequação de metodologias, consideração do assunto na construção do conhecimento, presença de complexidade no conteúdo do curso e espaços para reflexão e participação democrática.

É importante destacar que por meio da Rede ACES, esforços são feitos para analisar e aprimorar o processo de ambientalização, avaliando a presença de temas de sustentabilidade nos currículos acadêmicos e nas práticas institucionais. Além disso, a abordagem colaborativa da rede envolve pesquisadores, educadores e administradores de diferentes universidades, promovendo parcerias e compartilhamento de conhecimento para promover iniciativas de sustentabilidade no ensino superior (Guerra; Figueiredo, 2014).

O projeto ACES envolveu 11 universidades, sendo cinco da Europa e seis da América Latina, das quais três eram brasileiras (UNESP, UNICAMP e UFSCar). Geli, Junyent e Sánchez (2003) e Guerra *et al.* (2015) enfatizam que o objetivo do projeto foi desenvolver metodologias de análise para avaliar o grau de integração

ambiental nos currículos do Ensino Superior na América Latina e Europa. A colaboração entre as onze universidades participantes do projeto ACES permite a realização de um trabalho conjunto entre instituições com realidades e situações diversas, contrastando pontos de vista, projetos e estratégias ambientais das instituições envolvidas no programa.

No projeto mencionado, os pesquisadores desenvolveram metodologias para analisar o grau de ambientalização dos cursos superiores das IES participantes. Conforme defendido por Geli, Junyent e Sanchez (2003) e Guerra e Figueiredo (2014), essas metodologias incluíam dez características para que um curso fosse considerado ambientalizado. Essas características ou indicadores, juntamente com seus critérios para a elaboração de um guia de currículo ambientalizado, estão representados no diagrama circular da Figura 1. A forma circular do diagrama nos permite [...] refletir sobre os diferentes elementos sem uma hierarquia pré-estabelecida, mas com relevância igualitária. As linhas descontínuas permitem a expressão visual da permeabilidade e facilitam a percepção de um conjunto rico que pode ser produzido a partir das especificidades de cada característica.

Figura 1 - Diagrama das características de um currículo ambientalizado.



Fonte: Oliveira e Freitas (2003).

Este diagrama, é uma representação visual que enfatiza a interconexão e a igualdade de importância entre as diversas características que definem um currículo voltado para a sustentabilidade. É uma representação poderosa e eficaz dos elementos necessários para a ambientalização curricular. Ela não só guia as IES na implementação de práticas sustentáveis, mas também promove uma visão holística e integrada da educação para a sustentabilidade, essencial para formar profissionais capazes de enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

Com isso, a ambientalização curricular é uma estratégia fundamental para promover a educação para a sustentabilidade no ensino superior, formando profissionais capacitados para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. Através de iniciativas como a Rede ACES, as instituições de ensino superior podem colaborar e inovar, integrando de forma eficaz as questões ambientais em seus currículos acadêmicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou a importância da ambientalização curricular como uma ferramenta transformadora no ensino superior, destacando a contribuição da Rede ACES e a crescente incorporação da educação ambiental nos currículos acadêmicos. A análise das iniciativas brasileiras e internacionais reforça que a integração de valores socioambientais e a promoção de uma consciência crítica são essenciais para a formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade e preparados para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

Os resultados da revisão indicam que, ao adotar práticas de ambientalização, as instituições de ensino superior têm o potencial de promover mudanças significativas na sociedade, contribuindo para o desenvolvimento de cidadãos conscientes e éticos. Além disso, o fortalecimento de redes colaborativas, como a Rede ACES, é fundamental para o intercâmbio de conhecimento e experiências, permitindo avanços metodológicos e teóricos no campo da educação ambiental. Este trabalho, portanto, espera fomentar a continuidade do debate e incentivar novas pesquisas que explorem abordagens inovadoras para a implementação da sustentabilidade nos currículos acadêmicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

- Bardin, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª reimpressão da 1ª Edição de 2016. São Paulo: Edições 70, 2016.
- Barthes, A. Evolution des éducations environnementales au prisme des finalités sociales égalitaires. *Éducation, Santé, Sociétés*, v. 9, n. 2, p. 147-164, 2023. DOI: 10.17184/eac.7726. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04129005>. Acesso em: 23 jun 2024.
- Borges, C. L. P.; Silva, L. C.; Carniatto, I. Ambientalização curricular no ensino superior: uma revisão integrativa da literatura. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. e2069119734-e2069119734, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9734>.
- Brasil. **Constituição (1988) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- Brasil. Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973. Cria a Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF.
- Brasil. Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983. Regulamenta as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e nº 6.902, de 27 de abril de 1981. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 2 jun. 1983.
- Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 2 set. 1981.
- Brasil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- Brasil. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 28 abr. 1999.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jun. 2012. Seção 1, p. 14.
- De Gregorio, A.; Passos, M. M.; Lorencini Júnior, A. Encontro Paranaense De Educação Ambiental (2011-2019): tendências e perspectivas para a formação de professores em educação ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 290-314, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v38i1.12308>.
- Dorn, C. A New Global Ethic: A History of the United Nations International Environmental Education Program, 1975-1995. *Foro de Educación*, v. 18, n. 2, p. 83-108, julio-diciembre / july-december 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.808>.

Freitas, D.; Oliveira, H. T. Uma reflexão sobre o valor do trabalho desenvolvido pela Rede ACES no período de sua implementação (2002- 2004). *In: Geli, A. M., Junyent, M., Sánchez, S. (Org.). Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. 4- Acciones de Intervención y balance final del proyecto de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores.* 1 ed. Girona - Espanha: Diversitas, v. 4, p. 305-319, 2004.

Geli, A. M.; Junyent, M.; Sánchez, S. (Eds.). **Diagnóstico de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Ambientalización curricular de los estudios superiores**, v. 3. Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003.

Giles Carnero, R. La conferencia de Estocolmo y el impulso a la protección jurídica internacional de la atmósfera: de lo transfronterizo a lo global. **Revista Catalana de Dret Ambiental**, [S. l.], v. 13, n. 2, 2022. DOI: <https://www.doi.org/10.17345/rcda3403>.

Gökçe, N.; Dilek, M. Unep ve Tiflis Bildirgesi'nin Amaç ve Hedeflerine Göre Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programının İncelenmesi. **International Journal of Social, Political and Economic Research**, v. 8, n. 1, p. 111-135, 2021. DOI: <https://doi.org/10.46291/IJOSPERvol8iss1pp111-135>.

Guerra, A. F. S.; Figueiredo, M. L. Ambientalização curricular na Educação Superior: desafios e perspectivas. **Educar em Revista**, p. 109-126, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38110>.

Guerra, A. F. S.; Figueiredo, M. L.; Orsi, R. F. M.; Steuck, E. R.; Carletto, D. L.; Da Silva, M. P.; Luna, J. M. F. de. A ambientalização na Educação Superior: trajetórias e perspectivas. *In: Guerra, A. F. S.; Ruscheinsky, A.; Figueiredo, M. L.; Luna, J. M. F. de; Steuck, E. R.; Orsi, R. F. M.; Silvia, M. P. da; Mota, J. C.; Ometto, A. R. Ambientalização e Sustentabilidade nas Universidades: Subsídios, Reflexões e Aprendizagem.* 1. Ed. – Dados eletrônicos. - Itajai: Ed. da UNIVALI, 2015.

Ladenthin, A. B. C.; Gentil, P. A. B. **Globalização na nova ordem econômica internacional**. DIGE - Direito Internacional e Globalização Econômica. v. 1 n. 1-Ext, 2019: Edição Extraordinária - Direitos Humanos. DOI: <https://doi.org/10.23925/2526-6284.2019next1p210-224>.

Leite, A. B.; Almeida, R. O.; Sousa, A. C.; Lima, L. da S. Educação ambiental e educação multicultural: promovendo a criticidade em uma trilha interpretativa indígena com estudantes de licenciatura em química. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 308-329, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v39i2.12957>.

Lima, L. C. de; Andrade, I. C. F. de; Arruda, M. P. de; Pissetti, S. L. C. Concepções sobre ambientalização curricular: o desafio do pensamento sistêmico. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 20, n. 1, p. 193-209, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20396/etd.v20i1.8648818>.

Mattioli, C. K. K.; Kato, D. S. Desastres Ambientais e Educação Ambiental: análise das pesquisas acadêmicas do banco de teses e dissertações do Projeto EArte no período de 1981 a 2016. **Revista pesquisa em educação ambiental**. v. 14, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18675/2177-580X.2019-15003>.

Mota, J. C.; Cousin, C. S.; Kitzmann, D. I. S. A educação ambiental estética e as relações de pertencimento no processo de ambientalização curricular. **Revista Pedagógica**, v. 20, n. 45, p. 207-226, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22196/rp.v20i45.3986>.

Oliveira, H. T.; Freitas, D. O contexto político-pedagógico e a construção de características para diagnosticar e implementar a ambientalização curricular nos cursos de graduação na Universidade Federal de São Carlos, Brasil. *In: Junyent, M.; Geli, A. M.; Arbat, E. (org.). Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores: Proceso de Caracterización de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores.* Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003.

Parga Lozano, D. L.; Carvalho, W. L. P. Ambientalização curricular na formação de professores de química. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5631-5635, 2017. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/182701>. Acesso em: 23 jun. 2024.

Pavesi, M. A. A escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) diante do desafio da Ambientalização Curricular dos cursos de graduação. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 24-34, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v30n1p24-34>.

Pereira, A.; Guerra, A. F. S. Reflexões sobre a educação ambiental na LDB, PCN e nas propostas curriculares dos estados do sul. **Educação Ambiental em Ação**, n. 18, 2018. Disponível em: <http://www.revistaaea.org/artigo.php?idartigo=1141>. Acesso em: 23 jun. 2024.

Rink, J.; Megid Neto, J. M. Ambientalização curricular na educação superior: características e tendências de dissertações e teses brasileiras (1987-2009). **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1-23, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n2.12293>.

Rodrigues, C. A ambientalização curricular de programas de Educação Física em universidades federais do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 29, p. 421-437, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-55092015000300421>.

Rosa, G. M. da; Flach, K. A. Educação ambiental: Interdisciplinariedade como ferramenta de entendimento para as relações de complexidade. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 319-332, 2022. DOI: <https://doi.org/10.59306/rgsa.v11e32022319-332>.

Schulz, L.; Peruzzo, L.; Carvalho, C. A ambientalização curricular e sustentabilidade na universidade regional de Blumenau: Uma proposta de educação ambiental crítica com arte. **Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, v. 13, n. 23, p. 88-108, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19177/prppge.v13e23201988-108>.

Silva, N. N. E. S.; Tauceda, K. C. A ambientalização curricular no ensino superior: uma análise de 9 cursos de licenciatura em química do nordeste brasileiro. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 39, n. Especial, p. 256-276, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v39i2.13890>.

Tozato, H. de C.; Dubreuil, V.; Mello-Théry, N. A. Tendências e rupturas climato-hidrológicas nos rios do pantanal (mt, brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 9, v. 13, p. 164-184, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/34111>. Acesso em: 23 jun. 2024.

IMPACTOS AMBIENTAIS E ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO Córrego do Cortado - DISTRITO FEDERAL

Flávio Pereira Madriles

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Bruno Cesar Rabelo Rodrigues

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Thaís Silva de Sousa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Renata Calciolari Rossi

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Paula Alves Favareto

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este estudo investiga os principais impactos ambientais negativos presentes na Área de Preservação Permanente (APP) do córrego do Cortado, na região de Taguatinga, Distrito Federal. Além disso, busca identificar e propor soluções baseadas em evidências científicas para a mitigação e recuperação ambiental. **Métodos:** Foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio de visita de campo, revisão bibliográfica e análise sistemática de artigos científicos publicados entre 2020 e 2023. A busca de dados utilizou plataformas acadêmicas como Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES/MEC. **Resultados:** Foram selecionados 12 artigos válidos para análise, abordando temas como drenagem urbana, erosão, assoreamento e a importância da vegetação ripária. Os estudos evidenciam a necessidade de estratégias sustentáveis para reduzir os impactos negativos da urbanização observados na área, como erosão das margens que resulta no assoreamento do córrego e degradação do solo e da água. **Conclusão:** O estudo destaca a importância de uma abordagem multidisciplinar que integre planejamento urbano, gestão ambiental e educação para mitigar os efeitos das inundações e da degradação ambiental em áreas urbanas próximas a unidades de conservação.

Palavras-chave: urbanização; recursos hídricos; saneamento básico; meio ambiente; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A forma como se dá a ocupação urbana provoca várias alterações no planeta, o que influencia diretamente no meio ambiente, gerando desequilíbrio que atinge os recursos hídricos já a partir das nascentes. A lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, define a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que ficou conhecida como a Lei das Águas, estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal, aqueles que atravessam mais de um estado ou fazem fronteira (Brasil, 1997).

Apesar da aparente abundância de água, essa percepção é enganosa. Nas últimas décadas, o desmatamento de encostas e matas ciliares, o uso inadequado do solo e a gestão ineficiente dos recursos hídricos têm provocado a degradação das nascentes e dos cursos d'água, resultando na diminuição tanto da quantidade quanto da qualidade da água disponível. No Distrito Federal, foi instituído o Sistema de Unidades de Conservação da Natureza por meio da Lei Complementar Distrital nº 827/10, que introduziu algumas novidades, mas também reproduziu muitos dos dispositivos da Lei Federal nº 9.985/00 (Souza, 2017).

Dado que a água é um recurso limitado e vital, é fundamental que a sociedade e o governo trabalhem juntos para sua preservação. Com seus diversos usos, é imperativo que a população compreenda a necessidade de proteger, estudar e implementar estratégias que garantam que as futuras gerações possam desfrutar desse recurso tão valioso (Campos, 2020).

Tucci (2001) observa que o crescimento populacional e desenvolvimento urbano levam à impermeabilização do solo por meio de telhados, ruas pavimentadas e áreas de concreto, entre outros. Isso resulta em uma diminuição da quantidade de água que consegue infiltrar no solo, fazendo com que mais água escoe superficialmente. Além disso, o volume que anteriormente era absorvido pelo solo e retido pelas plantas agora escoar diretamente para os canais de drenagem, aumentando a demanda por uma capacidade de escoamento maior dessas seções.

O manejo e a drenagem das águas pluviais em áreas urbanas envolvem o transporte dessas águas, a mitigação dos fluxos durante enchentes, o tratamento adequado e a correta destinação das águas drenadas. Esse processo abrange as ações, estruturas e equipamentos necessários para a drenagem, além da limpeza e fiscalização preventiva das redes de escoamento (Brasil, 2021). Fatores como a

remoção da vegetação, a ocupação de áreas destinadas à preservação ambiental, a redução das matas ciliares, o descarte inadequado de resíduos sólidos, bem como as alterações na morfologia do relevo e nas redes de drenagem, também têm um impacto significativo no equilíbrio ambiental (Tucci, Berton, 2003).

Nas bacias hidrográficas, as matas ripárias têm uma função fundamental na rede de drenagem, contribuindo para a estabilização do solo nas margens, formando corredores ecológicos, preservando a biodiversidade, protegendo os mananciais, facilitando a ciclagem de nutrientes e regulando o fluxo hídrico (Gonçalves *et al.*, 2005; Morais *et al.*, 2017).

A legislação brasileira caracteriza o impacto ambiental como qualquer alteração nas características físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, ocasionada por ações humanas que podem, de forma direta ou indireta, influenciar: I) a saúde, segurança e bem-estar da população; II) as atividades econômicas e sociais; III) a biota; IV) as condições estéticas e sanitárias do ambiente; e V) a qualidade dos recursos naturais (Conama, 2012). De acordo com Sánchez (2013), o impacto ambiental refere-se à mudança na qualidade ambiental, resultante da modificação de processos naturais ou sociais decorrente da intervenção humana.

Dentre os diversos desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos em áreas urbanizadas, o Córrego do Cortado, localizado na região administrativa de Taguatinga, Distrito Federal, se destaca como um caso emblemático. Essa área, inserida em um contexto de urbanização acelerada e intensa atividade antrópica, enfrenta problemas críticos relacionados à qualidade da água, à perda de vegetação nativa e à degradação ambiental. A escolha da Unidade de Conservação Parque Ecológico do Cortado como foco deste estudo se dá pela sua representatividade dos desafios enfrentados em ecossistemas urbanos brasileiros, onde o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental se mostra cada vez mais precário.

A qualidade da água do Córrego do Cortado é essencial não apenas para a saúde pública local, mas também para a preservação da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável da região. A população de Taguatinga em 2004 era de 102.416 habitantes e em 2021 passou a 210.498 habitantes (CODEPLAN, 2005 e 2022). Com o desenvolvimento urbano da cidade de Taguatinga e a falta de infraestrutura adequada de drenagem, há um aumento significativo na carga poluidora das águas, especialmente durante o período chuvoso, o que pode levar

à degradação ambiental e à eutrofização dos corpos d'água, a situação é representada no relatório do panorama nacional das águas superficiais brasileiras, elaborado pela Agência Nacional das Águas (Ana, 2005).

Desta forma, compreender os impactos nesta área é essencial para fornecimento de dados que possam embasar políticas públicas e estratégias de gestão ambiental mais eficazes, promovendo assim a preservação dos recursos hídricos e a melhoria da qualidade de vida na região. Além disso, os estudos poderão ser aplicados em outras áreas urbanas com desafios semelhantes, contribuindo para o avanço do conhecimento na área de gestão de recursos hídricos em ambientes urbanos.

O objetivo deste estudo foi investigar os principais impactos ambientais negativos presentes na Área de Preservação Permanente (APP) do córrego do Cortado, localizada na região administrativa de Taguatinga, Distrito Federal. Além disso, pretendeu revisar a literatura da área, a fim de identificar e propor soluções baseadas em evidências científicas para a mitigação e recuperação ambiental da área.

MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica com abordagem qualitativa. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, acompanhada de uma revisão sistemática da literatura, utilizando fontes científicas relevantes para o tema, como livros e artigos científicos disponíveis em plataformas acadêmicas digitais.

O objetivo da pesquisa bibliográfica realizada no estudo foi revisar sistematicamente a literatura científica disponível sobre drenagem urbana, impactos ambientais negativos, e as metodologias de mitigação de tais impactos, especificamente no contexto de unidades de conservação como o Parque Ecológico Córrego do Cortado. A revisão buscou identificar, analisar e consolidar conceitos e dados relevantes de artigos científicos e outras fontes acadêmicas, publicados entre 2020 e 2023, para fundamentar a análise dos impactos ambientais na área de estudo e propor soluções baseadas em evidências científicas para a mitigação e recuperação ambiental.

Realizou-se uma busca na base de dados do Portal de Periódicos CAPES/ MEC, utilizando os descritores “drenagem urbana”, “impacto negativo”, “planejamento urbano” e “escoamento”. Para a seleção dos artigos, foram adotados os seguintes critérios: abordar temas como inundação, contaminação, erosão e assoreamento, além de relatar a eficácia dos estudos em relação à preocupação com a degradação em unidades de conservação próximas a áreas urbanas, no contexto da mitigação dos impactos das águas pluviais no Brasil.

Os procedimentos foram organizados da seguinte forma: na primeira etapa da pesquisa, foi realizado um levantamento dos artigos encontrados com os termos propostos na base de dados anteriormente mencionada. Em seguida, foi realizada a seleção de artigos publicados entre os anos de 2020 a 2023, visando garantir o alcance das publicações mais recentes sobre o tema.

Os dados de todos os trabalhos foram tabulados com a pretensão de classificar as variáveis importantes para o estudo, como o periódico de publicação e data. Em sequência, realizou-se a sistematização e análise dos artigos. Nesse momento, utilizou-se como critérios de exclusão: 1) artigos duplicados; 2) artigos que não estivessem disponíveis para download; 3) artigos que não tiveram representação direta com a pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise e seleção dos estudos científicos.

Artigos científicos	Nº
Reportados pela busca na plataforma	16
Duplicados	1
Não disponíveis para leitura	1
Ausência de estudo sobre drenagem, assoreamento, impactos negativos	1
Ausência de representação direta para a pesquisa	1
Total de artigos válidos para análise	12

Fonte: Autores (2024).

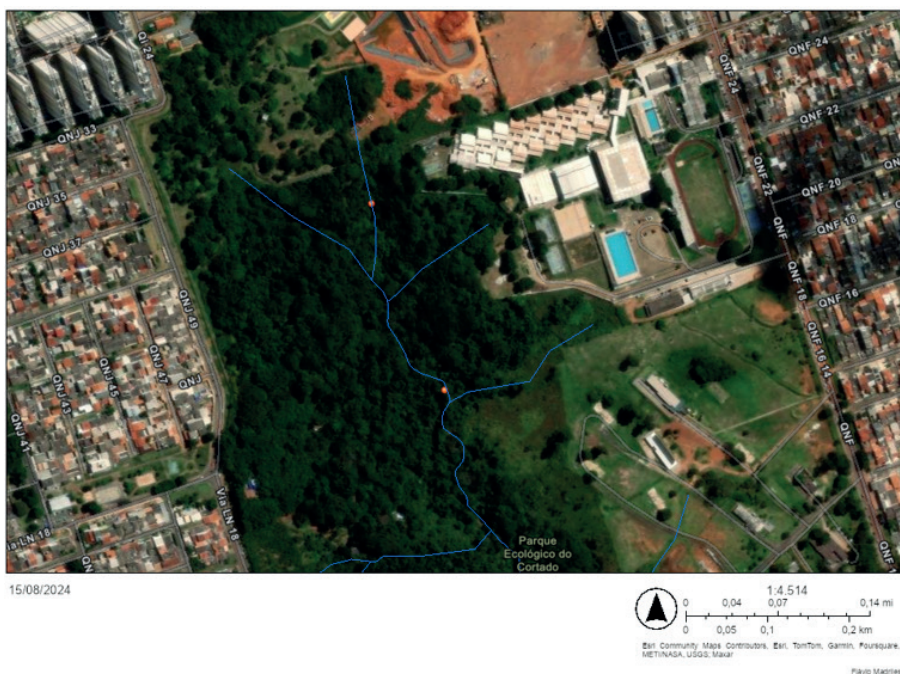
Na última etapa, consolidou-se dados tabelados sobre os resultados dos artigos pesquisados, estruturando dessa forma, mapeamento, modelagem, qualidade da água em bacias urbanas, processos erosivos, zoneamento ambiental, urbanização e drenagem, entre os anos de 2020 a 2023.

Além disso, foi realizada visita de campo para avaliação qualitativa dos impactos ambientais na área de estudo, para identificação dos principais problemas

e proposição de soluções para mitigação e recuperação ambiental, com base nos 12 artigos válidos identificados.

A área de estudo foi o Parque Ecológico do Cortado (Figura 1), com cerca de 45,50 hectares, está localizado na porção norte da ARIE Juscelino Kubitschek, na Região Administrativa de Taguatinga, Distrito Federal. A vegetação predominante é a Mata de Galeria, que circunda o Córrego do Cortado, mas essa vegetação tem sido significativamente alterada por pressões antrópicas. O estudo foi conduzido na microbacia do Córrego do Cortado, um afluente do Córrego Taguatinga, inserido na unidade hidrográfica do Ribeirão Melchior, parte da bacia hidrográfica do Rio Descoberto. O Córrego do Cortado desempenha um papel vital no escoamento das águas das nascentes e chuvas da região, destacando a importância de estudos detalhados para compreender os impactos das atividades humanas e desenvolver estratégias eficazes de conservação.

Figura 1 - Parque do Cortado em Taguatinga-DF.



Fonte: GEOPORTAL-DF. 15/08/2024.

RESULTADOS

Os impactos ambientais observados na Área de Preservação Permanente (APP) do córrego do Cortado incluem a presença de resíduos sólidos, tanto dispersos quanto concentrados, e a inadequação da infraestrutura de drenagem urbana, o que agrava a poluição do solo e da água. A erosão das margens e o assoreamento do córrego são exacerbados pela falta de dissipadores nos pontos de drenagem. Além disso, a ocorrência de incêndios antrópicos e a possível contaminação por efluentes clandestinos comprometem ainda mais a integridade ecológica e a qualidade ambiental da área, colocando em risco o ecossistema e a saúde pública.

O Distrito Federal está localizado em uma área de planaltos, que atua como ponto de dispersão para as drenagens que alimentam três grandes bacias hidrográficas brasileiras: a Bacia do Paraná, a Bacia do São Francisco e a Bacia do Tocantins. Com uma vasta quantidade de nascentes e predominância de cursos d'água perenes, a rede hidrográfica da região forma um extenso sistema de escoamento, através do qual aproximadamente dez bilhões de metros cúbicos de água fluem anualmente (Codeplan, 2020). Nas últimas décadas, o crescimento populacional acelerado e a intensificação das atividades econômicas têm exercido grande pressão sobre esses recursos hídricos, ameaçando sua preservação e sustentabilidade (Codeplan, 2020).

No quadro 1 são apresentados os resultados mais relevantes e recorrentes da revisão de literatura, destacando a variedades de desafios e questões relacionadas à gestão ambiental e recursos hídricos enfrentados em diferentes regiões do Brasil. Os estudos revisados abordam uma ampla gama de temas relacionados à hidrologia, urbanização e gestão ambiental. A modelagem hidrológica e a análise de escoamento têm sido amplamente estudadas, com diversas pesquisas aplicando diferentes modelos e métodos para compreender e reduzir os impactos decorrentes das mudanças no uso do solo e da urbanização. O tema da urbanização e seus efeitos é de grande relevância, ressaltando a importância do planejamento urbano adequado e do uso de geoindicadores como ferramentas para mitigar os impactos ambientais (Dinotte *et al.*, 2020).

Quadro 1 - Contribuições dos estudos analisados.

Autores (Ano) Periódico	Título	Objetivos
Camelo et al. (2020) Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES	Modelagem da qualidade da água em sistemas de macrodrenagem de bacias urbanas	Modelar a qualidade das águas pluviais levando em consideração o acúmulo de poluentes durante períodos de escassez de chuva e a lavagem e o transporte desses poluentes pela chuva na Bacia Hidrográfica Riacho do Prado, inserida no perímetro urbano da cidade de Campina Grande, Paraíba.
Dinotte et al. (2020) Ateliê Geográfico	Contribuição dos geoindicadores como ferramenta na identificação dos processos erosivos associados a antropogeomorfologia	Compreender o papel dos geoindicadores na identificação das prováveis alterações originadas a partir de ações antropogênicas em ambientes urbanizados.
Branco Filho et al. (2021) Revista Latino-Americana de Relações Internacionais Campos Neutrais	Prognóstico do processo de privatização da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN): Aspectos históricos e uma comparação com o cenário latino e europeu	Evidenciar os impactos da iniciativa privada no setor do saneamento básico, sobretudo no abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas sem deixar de analisar os outros dois pilares, sendo eles a drenagem urbana e os resíduos sólidos.
Santos et al. (2021) Revista Brasileira de Geografia Física	Utilização da Lógica Fuzzy como suporte ao Zoneamento Ambiental: um estudo de caso em Paracatu – MG	Realizar, por meio da implementação de geotecnologias, um estudo de fragilidade ambiental em um município ocupado, intensivamente, por atividades minerárias e pela agropecuária, para que seja utilizado como subsídio aos gestores municipais em seu Zoneamento Ambiental.
Tolentino et al. (2023) Revista de Geociências do Nordeste	Áreas de risco a alagamento e inundação na foz do rio Cachoeira, em Ilhéus (Bahia – Brasil)	Identificar as áreas expostas a risco de inundações e alagamentos, e como as características ambientais contribuem para tal problemática, no entorno da foz do Rio Cachoeira em Ilhéus, Bahia.
Parente et al. (2020) Journal of Hyperspectral Remote Sensing	Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Curuçá (Pará) e demarcação de nascentes fluviais como subsídio à gestão.	Realizar a caracterização morfométrica da bacia de drenagem do rio Curuçá (Curuçá/PA), levando em consideração os parâmetros lineares, aeriais, hipsométricos e de hierarquia fluvial, de forma a propiciar a demarcação das prováveis nascentes fluviais da rede hidrográfica, utilizando técnicas de geoprocessamento.
Amaral et al. (2021) Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais	Avaliação de impactos ambientais na APP do Rio Paranaíba e inferências para mitigação	Avaliar os principais impactos ambientais, de natureza negativa, existentes na área de APP do rio Paranaíba, no município de Patos de Minas e apontar inferências para mitigação dos impactos e recuperação ambiental das áreas degradadas.

Autores (Ano) Periódico	Título	Objetivos
Gurgel Júnior et al. (2022) Cadernos UNIFOA	A utilização de maquete tridimensional como recurso didático na disciplina de hidrologia e recursos hídricos, para a demonstração de técnicas compensatórias	Evidenciar as fases de construção de uma maquete dinâmica, suas especificidades, descrição das etapas de sua concepção, bem como demonstrar de maneira clara e funcional as medidas estruturais para equacionar os impactos ambientais negativos advindos da ocupação urbana desordenada e suas consequências sobre os sistemas drenagem convencionais.
Silva et al. (2023) Revista Caminhos de Geografia	Áreas de conexão verde e conexão fundo de vale: proposição para redução dos impactos de enchentes em Belo Horizonte, Minas Gerais	Apresentar um mapa de áreas prioritárias para implementação das áreas de Conexão Verde e da Conexão Fundo de Vale - estratégias do novo Plano Diretor da cidade em busca de minimizar a ocorrência das flash floods e seus impactos negativos em Belo Horizonte.
Dinotte. et al. (2023) Revista de Geografia	Interferência do avanço da urbanização no sistema hidrogeomorfológico na bacia do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte, MG.	Realizar uma análise temporal nos anos 1989, 2007 e 2015 quanto a interferência do avanço da urbanização na morfodinâmica da bacia do córrego Cercadinho, Belo Horizonte, MG.
Gorniack e Marimon (2020) Mix Sustentável	Avaliação de método de controle do escoamento superficial para a drenagem urbana sustentável na bacia do Rio Itapocu/SC	Analisar os princípios da Drenagem Urbana Sustentável (DUS), de sorte a propor um novo modus operandi na gestão do escoamento das águas pluviais na bacia do Itapocu que viesse a contribuir na harmonização do ambiente construído e o meio natural.

Fonte: Autores (2024).

A gestão e a recuperação ambiental também recebem atenção significativa, enfatizando a necessidade de manejo adequado do solo e a recuperação de áreas degradadas. A educação e os recursos didáticos são abordados, destacando a importância de ferramentas visuais e interativas no ensino de hidrologia. Além disso, a drenagem urbana sustentável emerge como um tema fundamental, com propostas para controlar o escoamento superficial e promover a cidadania socioambiental. Esta visão integrada revela a necessidade de uma abordagem multidisciplinar para enfrentar os desafios ambientais e urbanos, combinando modelagem hidrológica, planejamento urbano, gestão ambiental e educação para desenvolver soluções eficazes e sustentáveis (Gurgel Júnior *et al.*, 2022).

DISCUSSÃO

Os impactos ambientais na área de estudo incluem erosão nas margens, exigindo intervenções como a remoção de sedimentos e a reconstrução das margens com técnicas de bioengenharia. O tratamento vegetativo, com o plantio de espécies adequadas, é crucial para estabilizar a área. Além disso, a deterioração de dispositivos de drenagem aumenta o risco de erosão e degradação ambiental, destacando a necessidade de reparos imediatos para garantir a integridade ecológica e prevenir danos maiores.

O estudo de Camelo *et al.* (2020) busca modelar o *Storm Water Management Model* (SWMM) para a simulação da quantidade e qualidade do escoamento superficial em bacias urbanas, avaliando cargas poluidoras e qualidade da água. A aplicação do modelo SWMM para simulação chuva/vazão foi eficaz, considerando parâmetros como infiltração, área e capacidade de armazenamento em depressões. Apesar da complexidade na calibração, o programa respondeu bem à simulação dos fenômenos hidráulicos e hidrológicos na bacia e nas galerias de drenagem pluvial. Os resultados indicam que a intensidade da precipitação tem maior influência na redução das cargas superficiais acumuladas e na concentração do escoamento, sem aumento significativo na carga acumulada para diferentes intensidades simuladas.

Dinotte *et al.* (2020) buscaram compreender o papel dos geoindicadores na identificação de alterações resultantes de ações antropogênicas em ambientes urbanizados. Além disso, propõe apresentar e discutir diferentes propostas de geoindicadores que podem ser utilizados na identificação de modificações hidrogeomorfológicas em áreas urbanas. Dessa forma, pode-se afirmar que a utilização de geoindicadores como ferramentas preventivas em ambientes urbanizados com indícios de impactos ambientais significativos pode auxiliar no planejamento urbano, visando minimizar os impactos ambientais causados.

Conforme Branco Filho *et al.* (2021) aplicam o método SWOT para analisar o saneamento básico, examinando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças no contexto da privatização do setor, conforme o novo marco legal. O saneamento básico, incluindo água potável e esgotamento sanitário, é essencial para a população, e a falta de investimentos está diretamente ligada a problemas de saúde pública. Isso afeta principalmente pessoas marginalizadas, comprometendo sua

dignidade e bem-estar. A negligência governamental ao longo de décadas exige soluções urgentes.

Tolentino *et al.* (2023) identificaram áreas de risco de inundações e alagamentos na foz do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia, destacando que regiões de relevo plano e impermeabilizadas pelo desenvolvimento urbano apresentam maior risco. Em contraste, áreas com relevo acentuado e vegetação têm menor risco. A supressão dos manguezais, que atuam como amortecedores naturais, agravou os impactos sobre as áreas urbanas próximas ao rio, aumentando a vulnerabilidade da população local a inundações.

Na análise de Parente *et al.* (2020) caracteriza a bacia do rio Curuçá, no Pará, para auxiliar no planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Utilizando geoprocessamento, analisou parâmetros lineares, areais, hipsométricos e de hierarquia fluvial para demarcar nascentes fluviais. Os índices morfométricos fornecem dados consistentes, facilitando a compreensão das propriedades físicas e dinâmicas da rede de drenagem, permitindo uma análise eficaz dos processos hidrológicos. Concluiu-se que a bacia possui forma alongada, apresentando baixo risco de inundações em condições normais de pluviosidade, e que a drenagem é exorreica, escoando para o Oceano Atlântico.

A pesquisa de Amaral *et al.* (2021) avalia os impactos ambientais na APP do rio Paranaíba, identificando e mitigando os impactos e propondo medidas de recuperação para áreas degradadas. Os impactos mais frequentes foram erosão/assoreamento, presença de espécies exóticas/invasoras e lançamento de efluentes e resíduos sólidos.

O estudo de Gurgel *et al.* (2022) destaca o uso de maquetes tridimensionais no ensino de hidrologia e técnicas compensatórias. As maquetes são eficazes para demonstrar medidas estruturais que mitigam os impactos ambientais da urbanização sobre os sistemas de drenagem. Com uma abordagem clara e interativa, elas facilitam o aprendizado dos estudantes, complementando o conteúdo teórico. A construção da maquete é apresentada em detalhes, mostrando sua relevância como recurso didático, permitindo uma compreensão mais profunda das técnicas envolvidas no controle de escoamento superficial.

Silva *et al.* (2023) apresenta um mapa de áreas prioritárias para a implementação das estratégias de Conexão Verde e Conexão Fundo de Vale, conforme o novo Plano Diretor de Belo Horizonte. Essas estratégias visam minimizar a

ocorrência de flash floods e seus impactos negativos. O estudo ressalta que 28,5% da malha hidrográfica de Belo Horizonte é canalizada. As análises identificaram 186 áreas de risco de inundação na cidade, totalizando uma área de três mil metros quadrados.

O estudo de Dinotte *et al.* (2023) analisou a influência da urbanização entre 1989, 2007 e 2015 na morfodinâmica da bacia do Córrego Cercadinho, em Belo Horizonte, MG. A pesquisa demonstrou que a bacia tem baixa probabilidade de alagamentos, mas as mudanças urbanas afetaram significativamente as formas e materiais superficiais, alterando os sistemas hidrogeomorfológicos da região.

Gorniack (2020) discute o uso da drenagem urbana sustentável (DUS) na Bacia do Rio Itapocu/SC para mitigar inundações, propondo um método para calcular a Taxa de Permeabilidade Mínima (TPM) e medidas compensatórias para controlar o escoamento superficial. A metodologia desenvolvida alcançou uma TPM média de 19,39%, mostrando a viabilidade de manter o escoamento próximo ao padrão pré-urbanização em apenas três dos doze municípios. Essas medidas também visam promover a cidadania socioambiental ao incentivar a construção de bacias de retenção em lotes residenciais.

Diante disso e considerando os impactos observados, para mitigar e recuperar os impactos ambientais na Área de Preservação Permanente (APP) do Córrego do Cortado é adequado implementação de técnicas de bioengenharia para estabilizar as margens do córrego, como o plantio de vegetação nativa e barreiras físicas que contenham a erosão. Também é essencial melhorar a infraestrutura de drenagem com a instalação de dissipadores adequados, reduzindo o escoamento superficial e a sedimentação. O monitoramento contínuo de resíduos sólidos e efluentes clandestinos deve ser intensificado, juntamente com a educação ambiental, conscientizando a comunidade sobre práticas sustentáveis e preservação dos recursos naturais.

A educação ambiental desempenha um papel crucial na preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP), pois promove a conscientização e o engajamento da comunidade local e de visitantes. Programas educativos podem informar sobre os impactos ambientais causados pela poluição, erosão e manejo inadequado dos recursos naturais, além de ensinar práticas sustentáveis. Atividades como palestras, oficinas e campanhas de limpeza são essenciais para incentivar o cuidado com o meio ambiente. Ao educar a população, há uma maior

chance de reduzir práticas prejudiciais, como o descarte incorreto de resíduos e a poluição dos corpos d'água. A longo prazo, essa conscientização cria uma cultura de preservação e responsabilidade socioambiental, essencial para garantir a sustentabilidade das APPs e a qualidade de vida nas áreas urbanas adjacentes.

CONCLUSÃO

É essencial reforçar a importância de uma abordagem integrada para mitigar os impactos ambientais na Área de Preservação Permanente (APP) do Córrego do Cortado. A urbanização acelerada trouxe desafios críticos, como erosão, assoreamento e poluição dos corpos d'água, que exigem soluções sustentáveis. As técnicas de bioengenharia, aliadas a melhorias na infraestrutura de drenagem, como a instalação de dissipadores adequados, são fundamentais para conter o escoamento superficial e estabilizar as margens. Além disso, o monitoramento contínuo de resíduos e efluentes deve ser intensificado, garantindo a proteção dos ecossistemas locais. Outro aspecto crucial é a educação ambiental, que desempenha um papel indispensável na conscientização da comunidade sobre práticas de preservação. Ao promover o engajamento da população e a adoção de medidas sustentáveis, será possível assegurar a preservação dos recursos hídricos e melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas próximas. O sucesso dessas estratégias depende da colaboração entre gestores públicos, pesquisadores e a sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil** / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SPR, 2005. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em: 08 Jun. 2024.

AMARAL, E. A. *et al.* Avaliação de impactos ambientais na APP do Rio Paranaíba e inferências para mitigação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 572-584, 2021.

BRANCO FILHO, T. C. T. *et al.* Prognóstico do processo de privatização da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) Aspectos Históricos e uma Comparação com o Cenário Latino e Europeu. **Campos Neutrais - Revista Latino-Americana de Relações Internacionais**, v. 3, n. 2, p. 52-71, 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em 5 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 24 nov. 2021.

CAMELO, S. *et al.* Modelagem da Qualidade da Água em Sistemas de Macrodrenagem de Bacias Urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, p. 873-885, 2020.

CAMPOS, K. K. M. S. **Participação social na preservação de nascentes: proposta de criação de conselho gestor para o programa adote uma nascente, Brasília-DF.** 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PDAD Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2004.** Brasília, DF, 2005.

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Atlas do Distrito Federal.** Brasília, DF, 2020

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PDAD Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2021.** Brasília, DF, 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções do CONAMA: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

DINOTTE, A. C. B. P.; SILVA, C. F. A.; ROSSONI, H. A. V. Contribuição dos geoindicadores como ferramenta na identificação dos processos erosivos associados a antropogeomorfologia. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 1, p. 155-173, 2020.

DINOTTE, A. C. B. P.; SILVA, N. J.; SILVA, C. F. A.; SILVA, J. R. Interferência do avanço da urbanização no sistema hidrogeomorfológico na Bacia do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte, MG. **Revista De Geografia**, v. 40, n. 2, p. 116-137, 2023.

GEOPORTAL - DF. Disponível em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/> Acesso em: 15 ago. 2024.

GONÇALVES, R. M. G.; GIANNOTTI, E.; GIANNOTTI, J. D. G.; SILVA, A. Aplicação do modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do Córrego da Fazenda Itaquí, no município de Santa Gertrudes, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 17, p. 73-95, 2005.

GORNIACK, A.; MARIMON, M. P. C. AVALIAÇÃO DE método de controle do escoamento superficial para a drenagem urbana sustentável na bacia do rio Itapocu/SC. **Mix Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 179-180, 2020.

GURGEL JÚNIOR, F. J. *et al.* A utilização de maquete tridimensional como recurso didático na disciplina de hidrologia e recursos hídricos, para a demonstração de técnicas compensatórias. **Cadernos UniFOA**, v. 17, n. 50, p. 1-14, 2022.

MORAIS, I. L.; SOARES, D. M.; NASCIMENTO, A. R. T. As Áreas Úmidas no Contexto do Código Florestal e a Invasão Biológica em Veredas. *In*: SANTOS, F. R.. **Contextualizando o Cerrado Goiano: entre questões socioeconômicas e socioespaciais e questões socioeducacionais e socioambientais**. Curitiba: CRV, 2017. p.59-86.

PARENTE, Y. Y. *et al.* Morphometric characterization of the hydrographic basin of the Curuçá River (Pará) and demarcation of river source as subsidy to management. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 10, n. 3, p. 138-152, 2020.

SILVA, A. C.; RAPOSO, C. S. D.; MEIRELES, E. Áreas de conexão verde e conexão fundo de vale: uma proposta para redução dos impactos de enchentes em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, v. 3, p. 96-104, 2023.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G. Nonpoint pollution load in river catchments with different anthropic impacts: a case study in southern Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 76, n. 24, p.1-17, 2017.

TOLENTINO, G. M. *et al.* Áreas de risco a alagamento e inundação na foz do rio Cachoeira, em Ilhéus (Bahia-Brasil). **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 9, n. 2, p. 83-95, 2023.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil** – Brasília, DF: UNESCO, 2001.

TUCCI, C., BERTONI, J. **Apostila de Inundações Urbanas da América Latina**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 129 p. Porto Alegre, 2003.

INTEGRAÇÃO URBANA SUSTENTÁVEL: O PAPEL DA CAMINHABILIDADE E DAS ÁREAS VERDES NA QUALIDADE DE VIDA

Maira Carvalho de Sant'Ana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Daniela Vanessa Moris

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Jacqueline Roberta Tamashiro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Karina Silva Ribeiro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Paula Alves Favareto

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Karina Marques Salge

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Debora Tavares de Resende e Silva

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

Renata Calciolari Rossi

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este estudo objetiva analisar como a caminhabilidade pode contribuir com a gestão estratégica de promoção do uso de áreas verdes públicas. O estudo aborda a relevância dessas áreas e do planejamento urbano focado no pedestre para cidades saudáveis, inclusivas e sustentáveis. **Métodos:** Utilizou-se revisão de literatura sobre a relação entre infraestrutura urbana e saúde pública, destacando a importância das áreas verdes. Analisou-se também a caminhabilidade como ferramenta essencial para facilitar o acesso a esses espaços e promover sua utilização sustentável. **Resultados:** Os resultados indicam a importância das áreas verdes na redução do estresse, incentivo à prática de atividades físicas e fortalecimento dos laços sociais. Ainda, que a integração de áreas verdes e rotas caminháveis ao cotidiano urbano contribui para a saúde física, ao reduzir o risco de doenças crônicas, e para a saúde mental, ao oferecer um espaço restaurador em meio ao ambiente urbano. **Conclusão:** Conclui-se que a caminhabilidade é essencial para a requalificação urbana, promovendo o uso das áreas verdes e mitigando os prejuízos do planejamento urbano voltado ao carro, como poluição e sedentarismo e gera impactos sociais positivos ao garantir acesso igualitário aos espaços públicos e seus benefícios. Assim, contribui para a saúde, bem-estar e qualidade de vida da população e a resiliência das cidades. Dessa forma, o estudo reforça a urgência de políticas públicas que priorizem pedestres e valorizem áreas verdes, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e ao artigo constitucional que assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Palavras-chave: pedestres; saúde; mobilidade ativa; áreas verdes.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado nas últimas décadas impõe uma série de desafios para a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida nas cidades. Em resposta a esses desafios, a Agenda 2030 das Nações Unidas, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e o artigo 225 da Constituição Federal Brasileira enfatizam a importância de garantir ambientes urbanos sustentáveis, inclusivos e saudáveis. A Constituição estabelece o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, enquanto a ONU, por meio da UN-Habitat, propõe o fortalecimento das cidades com infraestruturas verdes e acesso a áreas públicas para promover coesão social e saúde.

As áreas verdes desempenham um papel crucial neste contexto, contribuindo para a saúde física e mental, reduzindo o estresse, promovendo atividades físicas e fortalecendo o senso de comunidade. Contudo, para que esses benefícios se concretizem, é essencial que esses espaços sejam acessíveis e integrados à vida cotidiana da população. A caminhabilidade — a qualidade do ambiente urbano que incentiva e facilita o deslocamento a pé — surge como uma ferramenta fundamental para promover o acesso e a utilização dessas áreas. A caminhabilidade, além de proporcionar segurança e conveniência para os pedestres, facilita a conexão entre as áreas residenciais e as áreas verdes, tornando possível uma utilização frequente e sustentável desses espaços.

Apesar disso, e o planejamento urbano centrado no automóvel impõem barreiras significativas. Muitas áreas verdes enfrentam a pressão para serem convertidas em estacionamentos, especialmente em regiões de alta densidade urbana, o que fragmenta ainda mais o espaço público e limita a oferta de locais adequados para convívio social e atividades ao ar livre. A falta de infraestrutura para pedestres impacta especialmente grupos como idosos e pessoas com dificuldade de locomoção, que enfrentam obstáculos para acessar os espaços públicos sem uma infraestrutura de acessibilidade e calçadas em bom estado. Segundo Ruiz *et al.* (2018), a implementação eficaz de políticas públicas inclusivas poderia aumentar a socialização comunitária e a participação de pessoas com deficiência em atividades de saúde e esporte adaptado. Sem esses investimentos em infraestrutura, limita-se a autonomia, a inclusão social e as oportunidades no mercado de trabalho para esses grupos.

Diante dessa perspectiva, este trabalho visa discutir a relação entre a utilização das áreas verdes e a saúde da população, com foco na importância da caminhabilidade como facilitadora do uso desses espaços. Abordaremos os benefícios físicos, mentais e sociais proporcionados pelo contato com a natureza, destacando o papel essencial de políticas públicas que promovam o desenvolvimento de infraestrutura para pedestres. Dessa forma, espera-se que a análise ofereça uma base teórica que justifique a promoção de uma urbanização mais acessível, sustentável e alinhada com os princípios da Agenda 2030 e da Constituição Brasileira.

ÁREAS VERDES E SAÚDE

As áreas verdes urbanas desempenham um papel central na promoção da saúde pública e na sustentabilidade das cidades, proporcionando uma interface equilibrada entre o ambiente natural e o ambiente construído. No Brasil, a Lei Federal nº 12.651/2012 estabelece que esses espaços devem ser majoritariamente compostos por vegetação nativa e planejados para fins múltiplos, incluindo recreação, lazer e conservação ambiental. No contexto do Plano Diretor Local (PDL) do Guará, as áreas verdes são classificadas como elementos integradores da malha urbana. Junto com os espaços destinados à habitação, equipamentos sociais, espaços públicos e áreas de comércio, serviços e indústria, formam o tecido urbano e proporcionam espaços para as atividades diárias dos cidadãos.

A Organização Mundial da Saúde - OMS (2024) alerta que a poluição do ar é um grave desafio para a saúde urbana. Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como doenças cardiovasculares e respiratórias, representam cerca de 70% das mortes globais e mais de 80% das mortes em adultos de 30 a 69 anos. Fatores como tabagismo, consumo de álcool, alimentação inadequada e inatividade física são riscos significativos, com a inatividade física responsável por 830.000 mortes anuais (OMS, 2021).

No Brasil, a situação é alarmante, com uma média de 28,9 mortes por mil habitantes em 2019 atribuídas à poluição atmosférica. As áreas verdes, ao absorver CO₂ e outras partículas prejudiciais, contribuem para a redução da mortalidade e para a melhoria da qualidade de vida. Além disso, áreas verdes com vegetação

nativa desempenham funções críticas na regulação do clima local, ajudando a reduzir as ilhas de calor urbano, especialmente em cidades densamente povoadas.

As áreas verdes desempenham um papel essencial no combate à crescente epidemia de obesidade. Globalmente, a proporção de obesidade em crianças e adolescentes entre 5 e 19 anos subiu de 0,8% em 1975 para 6,8% em 2016. No Brasil, essa taxa aumentou de 1% para 10,8% no mesmo período. Entre os adultos brasileiros, a obesidade saltou de 5,2% em 1975 para 22,1% em 2016 (OMS, 2024). Silva (2021) destaca que a obesidade na adolescência pode contribuir para o desenvolvimento de distúrbios metabólicos e doenças crônicas na vida adulta, apontando a importância de intervenções preventivas urgentes.

Além dos efeitos na saúde física, o contato com a natureza tem um impacto positivo na saúde mental. A proximidade de áreas verdes diminui a incidência de doenças relacionadas ao estresse, como a insônia, a depressão e a ansiedade, e o contato com a natureza pode melhorar o sono e restabelecer a saúde emocional (Perehouskei e Angelis, 2012, *apud* Campos e Castro, 2017). Assim, a implantação e manutenção de áreas verdes públicas contribui para uma melhor qualidade de vida e reduz a necessidade de intervenções em saúde mental.

Estudos recentes de De Faria Coelho-Ravagnani *et al.* (2021) e Dos Santos *et al.* (2021) destacam a importância de pensar espaços urbanos que atendam às necessidades específicas da população idosa, assegurando não apenas acessibilidade, mas também condições que favoreçam a prática regular de atividades físicas, essenciais para o bem-estar físico e mental. Além disso, Socoloski *et al.* (2021) enfatizam a necessidade de investir na segurança dos espaços públicos, tornando a atividade física uma prática acessível e viável para todos os cidadãos. Corroborando com este tema, estudos como o de Oliveira *et al.* (2018) com idosos em Pelotas/RS, revelam que 10,2% dos entrevistados foram hospitalizados após fraturas causadas por quedas em vias públicas, com destaque para as fraturas do fêmur, que apresentam alto risco de mortalidade. Essa estatística salienta a importância de calçadas bem conservadas e seguras, fundamentais para uma cidade inclusiva e saudável.

Além disso, áreas verdes acessíveis e bem conectadas podem reduzir a exclusão social, incentivando o convívio entre gerações e classes sociais, ao mesmo tempo que promovem um ambiente de segurança e pertencimento. Segundo Sousa, Sousa e De Sousa (2022), é essencial garantir que essas áreas

estejam acessíveis a todos os grupos sociais, evitando a concentração de áreas verdes apenas em regiões privilegiadas e promovendo uma distribuição equitativa desses espaços. No Distrito Federal, por exemplo, as áreas verdes são mais frequentes em regiões economicamente privilegiadas, enquanto as áreas menos favorecidas enfrentam escassez de espaços públicos de qualidade (Rocha, 2021), o que reforça desigualdades e limita o acesso a ambientes saudáveis.

O que se constata é que o planejamento urbano que prioriza o transporte automotivo é uma barreira para a sustentabilidade urbana. É uma cultura que menospreza as áreas verdes públicas e promove o sedentarismo, resultando em custos elevados para a saúde pública e uma menor qualidade de vida. Jacobs (2011) observa que, quanto mais espaço se destina aos carros, maior é a necessidade de infraestrutura para veículos, perpetuando um ciclo que intensifica a poluição e reduz a qualidade de vida.

Herzog (2013, p. 127) denuncia:

O que vemos na maioria das cidades brasileiras, de vários tamanhos, é a imobilidade urbana, com permanentes engarrafamentos causados pelo excesso de veículos e longas distâncias percorridas em movimentos pendulares casa-trabalho-escola-lazer.

A caminhabilidade surge, então, como uma abordagem inovadora e estratégica para incentivar o uso de áreas verdes integrando-as ao cotidiano dos moradores, promovendo ao mesmo tempo a sustentabilidade urbana. Isso é ainda mais relevante em um cenário no qual o sedentarismo e as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) geram uma grande sobrecarga para os sistemas de saúde pública. Gehl (2015) aponta que a presença de árvores é crucial para atrair pedestres aos espaços públicos, pois proporciona sombra, melhora a qualidade do ar e enriquece a estética urbana. Em sua análise de Melbourne, ele observa que o aumento do plantio de árvores, juntamente com políticas voltadas à arte urbana e à iluminação noturna, contribuiu para maior circulação e permanência de pessoas nos espaços públicos.

Assim, a promoção da caminhabilidade e a distribuição equitativa de áreas verdes tornam-se fundamentais para que essas regiões verdes cumpram seu papel no enfrentamento dos desafios de saúde pública. As áreas verdes são mais do que espaços recreativos; elas são elementos essenciais para o desenvolvimento

sustentável e para a melhoria da qualidade de vida nas cidades, promovendo não apenas saúde e bem-estar, mas também coesão social e inclusão, de forma a assegurar que todos os cidadãos se beneficiem das oportunidades que esses espaços proporcionam.

CAMINHABILIDADE COMO FACILITADORA DO USO DE ÁREAS VERDES

A caminhabilidade, conceito que se refere à qualidade dos espaços urbanos que incentivam e facilitam o deslocamento a pé, desempenha um papel importante no desenvolvimento de ambientes urbanos inclusivos e acessíveis. Embora a teoria da caminhabilidade abranja principalmente a infraestrutura para circulação de pedestres em espaços públicos de maneira ampla, esta pesquisa propõe que o mesmo princípio seja aplicado às áreas verdes urbanas e seu entorno, com o objetivo de promover seu uso pela população.

Diversos índices de caminhabilidade foram desenvolvidos para avaliar a qualidade dos espaços urbanos para pedestres, incluindo, em sua maioria, fatores como segurança, conectividade e atratividade do ambiente. Esses indicadores oferecem um panorama sobre a experiência de caminhar nas cidades e permitem identificar áreas que necessitam de melhorias. Um exemplo relevante no contexto brasileiro é o índice iCam, desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) Brasil, que considera uma gama de indicadores especialmente adaptados às cidades nacionais. A ferramenta iCam é composta por seis categorias principais: calçada, mobilidade, atração, segurança viária, segurança pública e ambiente, cada uma com indicadores que influenciam a acessibilidade e a qualidade dos percursos para pedestres.

A categoria calçada é fundamental para avaliar a qualidade dos espaços públicos e sua adequação ao trânsito de pedestres. De acordo com Gehl (2015), para que as pessoas escolham caminhar, as calçadas precisam ser confortáveis e seguras, o que inclui manutenção adequada, pavimentação nivelada e largura suficiente para evitar aglomerações. Esses critérios, embora aplicados a espaços públicos em geral, são especialmente relevantes para o acesso seguro e fácil a áreas verdes, promovendo uma conexão mais efetiva entre a população e o ambiente natural.

Prova disso está no estudo de Cao *et al.* (2022), que quantifica as associações espaciais entre áreas verdes e doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, concluindo que a presença e a qualidade dessas áreas verdes podem contribuir para a redução das taxas de mortalidade relacionadas a essas condições.

O atributo de mobilidade no contexto da caminhabilidade está relacionado à facilidade de deslocamento entre diferentes pontos da cidade, incluindo a proximidade de transporte público e a conectividade da malha urbana. Cidades com quadras menores e ruas conectadas oferecem mais opções de rota, tornando a caminhada uma alternativa conveniente ao uso de veículos motorizados (Speck, 2016). Este fator pode beneficiar o acesso a áreas verdes ao incluí-las em rotas conectadas que incentivem o deslocamento a pé.

A categoria atração avalia a diversidade e a permeabilidade dos espaços urbanos para que os pedestres se sintam estimulados a transitar por eles. Fachadas ativas, que permitem a interação visual e física entre o espaço interno dos prédios e a rua, e a diversidade de usos do solo são exemplos de atributos que tornam os percursos mais interessantes. Jacobs (2011) observa que essa diversidade de atividades e a continuidade das fachadas contribuem para a criação de um ambiente urbano seguro e convidativo, reforçando a importância de atrativos visuais para aumentar a circulação. No contexto deste estudo, a aplicação do atributo de atração se estende ao acesso a áreas verdes, onde a presença de caminhos diversificados e visualmente convidativos pode incentivar uma frequência maior nesses espaços.

Outro aspecto essencial da caminhabilidade é a segurança viária, que considera tanto a adequação das travessias para pedestres quanto as medidas de proteção contra o tráfego motorizado, como sinalizações e reduções de velocidade. Speck (2016) destaca que a redução na velocidade dos veículos é vital para a segurança dos pedestres, enquanto Gehl (2015) menciona que a ausência de rampas para vencer desníveis entre calçadas e vias dificulta ou impossibilita a passagem segura das pessoas. Esses fatores devem ser aplicados a ruas e espaços de passagem no entorno das áreas verdes. Eles têm impacto direto sobre a segurança das rotas até elas, pois tornam o deslocamento mais seguro para todas as faixas etárias.

A segurança pública também é um atributo central na caminhabilidade, já que a sensação de segurança pode afetar significativamente a decisão de

caminhar em determinados ambientes. Jacobs (2011) argumenta que a presença de pessoas nas ruas, junto com uma infraestrutura bem iluminada e projetada para uso frequente, cria uma “vigilância natural”, onde a própria população atua como supervisora informal do espaço urbano. Essa vigilância natural vai além de melhorar a segurança; ela também incentiva a convivência social, reforçando os vínculos comunitários e apoiando a resiliência urbana.

Finalmente, a categoria ambiente considera elementos que impactam o conforto e o bem-estar dos pedestres, como sombra, proteção contra intempéries, poluição sonora e limpeza urbana. Árvores e sombras projetadas por edificações próximas aos percursos melhoram o conforto térmico e incentivam o uso dos espaços. A presença de árvores e as sombras projetadas por edificações próximas contribuem para o conforto térmico e incentivam o uso dos espaços pelos pedestres. Speck (2016) destaca a importância de que a legislação urbana considere a geografia local ao planejar construções, de modo que as sombras dos edifícios proporcionem maior conforto aos pedestres. Gehl (2015), por sua vez, sugere que reduzir o tráfego e a velocidade dos veículos ajuda a minimizar o ruído urbano, essencial para uma boa interação social, já que ruídos acima de 60 decibéis dificultam conversas. A limpeza urbana também desempenha um papel crucial, garantindo um ambiente seguro e agradável para caminhadas, livre de obstáculos e desconfortos causados por odores ou resíduos.

A aplicação desses princípios de caminhabilidade para facilitar o uso das áreas verdes ainda é uma área emergente e pouco explorada nos estudos de urbanismo. No entanto, ao conectar áreas verdes com o restante da malha urbana por meio de percursos caminháveis e seguros, os gestores públicos podem promover uma integração mais profunda entre os espaços naturais e o cotidiano urbano, estimulando o uso sustentável das áreas verdes e aumentando os benefícios para a saúde física e mental da população.

CONCLUSÃO

Este trabalho evidenciou que a caminhabilidade e a presença de áreas verdes são essenciais para o desenvolvimento de cidades mais saudáveis, inclusivas e sustentáveis. O crescimento urbano intensivo e o planejamento voltado ao uso do automóvel, ignorando as necessidades dos pedestres, trazem desafios

que impactam diretamente a qualidade de vida urbana, limitando o acesso da população a estes espaços naturais. A promoção da caminhabilidade se mostrou fundamental para conectar áreas verdes ao cotidiano urbano, ampliando o conforto, a segurança e o bem-estar social dos pedestres, além de fomentar interações sociais e fortalecer a coesão comunitária. Conclui-se, assim, que uma política urbana centrada nas pessoas, com áreas verdes acessíveis e caminhabilidade integrada, atende aos direitos constitucionais e compromissos globais da Agenda 2030, contribuindo para cidades mais resilientes e sustentáveis.

Agradecimentos

Universidade do Oeste Paulista e Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que colaboraram para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Renata Bernardes Faria; CASTRO, Josiane Marcia. Áreas verdes: Espaços urbanos negligenciados impactando a saúde. **Saúde & Transformação Social/Health & Social Change**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 106-116, 2017.

CAO, Zheng *et al.* Quantifying spatial associations between effective green spaces and cardiovascular and cerebrovascular diseases by applying volunteered geo-referenced data. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 1, p. 014055, 2022.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 733, de 13 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor Local da Região Administrativa do Guará – RA X, que estabelece diretrizes e estratégias para seu desenvolvimento sustentável e integrado. Diário Oficial do Distrito Federal: seção 1, Brasília, DF, 14 dez. 2006.

DOS SANTOS, Micheli; ROSA, Tatiane; CUCONATO, Paulo; DOS SANTOS, Dener. Pavimentação de qualidade das vias públicas como uma das garantias dos direitos constitucionais dos cidadãos. **Revista Científica do UBM**, Barra Mansa, RJ, v. 23, n. 44, p. 150-165, 4 jan. 2021.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**; 2015. Reimpressão, São Paulo: Perspectiva, 2021.

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a Natureza**. Rio de Janeiro: Mauad Editora Ltda, 2013.

ITDP. Publicação Índice de Caminhabilidade 2.0: Ferramenta, 2019. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/icom2/>

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. – São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

OLIVEIRA, Maria José Santos de *et al.* Acidentes por quedas e fratura do fêmur na população idosa. **Rev. enferm. UFSM**, p. 225-235, 2018.

RUIZ, Aline Gabriela Bega *et al.* Experiências de (in) acessibilidade vivenciadas por pessoas com lesão medular. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 20, p. v20a58-v20a58, 2018.

SOUSA, Antonio Waneton Paulo Pinheiro; SOUSA, Antonio Paulo Wandesson Pinheiro; DE SOUSA, Camylla Pinheiro. Revisão Bibliográfica: Influência das áreas verdes para a saúde física e mental. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 11-23, 2022.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2016.

UN-Habitat, 2020: **World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization**. [Local de publicação não informado]: UN-HABITAT, 2020. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf.

MECANISMOS DE DRENAGEM URBANA E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA ÁREAS URBANIZADAS

Ricardo Terenzi Cardoso
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Daniela Vanessa Moris de Oliveira
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Edson Assunção Mareco
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: A drenagem urbana enfrenta desafios cada vez mais complexos, especialmente em áreas densamente urbanizadas e sob os efeitos das mudanças climáticas. O artigo tem como objetivo abordar a drenagem urbana, incluindo tanto métodos convencionais quanto práticas sustentáveis, com foco nos mecanismos e nas tecnologias de contenção de cheias aplicáveis ao contexto urbano brasileiro. **Metodologia:** O estudo adota uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, utilizando análise documental e revisão bibliográfica como procedimentos. Foram consultados artigos, livros, teses e dissertações, dos últimos dez anos, para investigar a sobre a tematica **Resultados:** Assim, torna-se essencial que os projetos urbanísticos adotem tecnologias sustentáveis, como pavimentos permeáveis, trincheiras e bacias de infiltração, que se destacam como alternativas modernas e eficazes para o controle do escoamento pluvial. A experiência nacional e internacional com infraestruturas verdes e políticas de monitoramento e prevenção de enchentes também oferece aprendizados valiosos. Contudo, desafios técnicos, financeiros e legislativos — como a fragmentação entre órgãos governamentais e a falta de dados precisos — ainda dificultam a implementação de sistemas de drenagem sustentáveis no Brasil. **Conclusão:** Conclui-se que o país precisa de uma abordagem colaborativa e adaptativa para a drenagem urbana, integrando práticas sustentáveis ao planejamento urbano para fortalecer a resiliência das cidades às mudanças climáticas. A combinação de infraestruturas verdes, planejamento integrado e políticas públicas eficazes é crucial para que as cidades brasileiras estejam melhor preparadas para enfrentar eventos climáticos extremos, promovendo, assim, um ambiente urbano mais seguro e sustentável.

Palavras-chave: drenagem urbana; sustentabilidade; infraestrutura verde.

INTRODUÇÃO

O constante processo de urbanização, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, tem promovido mudanças nas características do ciclo hidrológico em áreas urbanas (Vargas, 1999). A processo de impermeabilização das superfícies urbanas, com o aumento de infraestruturas como ruas, estacionamentos e edificações, altera significativamente o escoamento superficial das águas pluviais, levando ao aumento da frequência e da gravidade das inundações (Wong, 2006). O crescimento urbano desordenado, associado com a falta de planejamento adequado, gera problemas recorrentes em cidades de diversas partes do país, afetando tanto a população quanto o meio ambiente (Tucci, 2008).

No contexto brasileiro, a capital federal, Brasília, é conhecida por seu planejamento urbano característico; contudo, as regiões administrativas que a circundam enfrentam sérios desafios de drenagem (Freitag; Faria, 2021). Essas áreas, inicialmente planejadas com baixa densidade, vêm sofrendo intensos processos de verticalização e ocupação desordenada, o que agrava as ocorrências de enchentes e seus impactos sociais e econômicos (Nunes, 2014). A falta de mecanismos eficazes de controle das águas pluviais prejudica não só a qualidade de vida dos moradores, mas também representa riscos consideráveis à infraestrutura urbana e ao meio ambiente (Christofidis *et al.*, 2019).

Diante desse cenário, é fundamental que o planejamento urbano considere o papel dos sistemas de drenagem como parte integral da infraestrutura urbana, uma vez que eles são essenciais para a gestão sustentável dos recursos hídricos em áreas urbanizadas (Cruz, Souza e Tucci, 2012). De fato, um sistema de drenagem urbana bem planejado e mantido adequadamente contribui para mitigar os riscos de enchentes e melhorar a disponibilidade hídrica, tornando as cidades mais resilientes frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas (Paula *et al.*, 2017). Ao discutir esses aspectos, visa-se destacar soluções que promovam um planejamento urbano resiliente, essencial para a adaptação das cidades em um contexto de transformação social e ambiental acelerado (Tucci, 2002).

Este artigo tem como objetivo revisar os principais desafios e as abordagens na drenagem urbana, incluindo tanto métodos convencionais quanto práticas sustentáveis, com foco nos mecanismos e nas tecnologias de contenção de cheias aplicáveis ao contexto urbano brasileiro.

Impactos da Urbanização na Drenagem Urbana

O processo de urbanização nas grandes cidades provoca mudanças significativas no ciclo hidrológico, especialmente no que se refere ao aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Esse aumento decorre da substituição de áreas permeáveis por superfícies impermeáveis, como ruas, estacionamentos e edificações, que impedem a infiltração da água no solo, intensificando a velocidade e o volume do escoamento (Wong, 2006). Segundo Souza, Cruz e Tucci (2012), o rápido escoamento das águas em áreas urbanas, impulsionado por esse tipo de ocupação, sobrecarrega os sistemas de drenagem, levando a frequentes inundações e impactos negativos na qualidade da água dos rios e cursos d'água.

Além disso, o modelo tradicional de drenagem urbana adotado em muitas cidades brasileiras, que busca desviar a água o mais rapidamente possível para fora da área urbana, também agrava o problema. Esse método tem se mostrado ineficaz, pois apenas desloca os problemas para áreas adjacentes, ao invés de promover uma solução duradoura e sustentável (Tucci, 2002). A rápida canalização da água pluvial, sem um planejamento abrangente, leva à erosão de leitos fluviais e à degradação dos recursos hídricos, especialmente em regiões com alta densidade populacional (Souza; Cruz; Tucci, 2016).

A urbanização desordenada também contribui para a poluição das águas urbanas, pois o escoamento superficial transporta resíduos sólidos, óleos e metais pesados das ruas para os corpos d'água, comprometendo sua qualidade (Ripol e Silva, 2013). A presença de materiais tóxicos no escoamento pluvial pode comprometer as águas subterrâneas, especialmente em locais onde há pouca infiltração de água no solo, exacerbando os desafios para a preservação ambiental e saúde pública (Olival *et al.*, 2017).

Para Paula *et al.* (2017), a ausência de planejamento urbano adequado, juntamente com a falta de infraestrutura eficiente para a drenagem, gera inundações que prejudicam a qualidade de vida da população, provocam danos econômicos e aumentam o risco de doenças transmitidas pela água contaminada, como leptospirose e hepatite. As cidades brasileiras, especialmente as maiores, ainda enfrentam dificuldades para implementar sistemas de drenagem que sejam eficazes, pois muitos gestores classificam essas intervenções como de alto custo e complexidade (Cruz; Tucci, 2008).

Assim, a combinação de urbanização acelerada e modelos inadequados de drenagem têm levado ao aumento das ocorrências de enchentes, deterioração ambiental e prejuízos para a infraestrutura urbana. Esse contexto torna urgente a adoção de estratégias de drenagem mais sustentáveis, que busquem reduzir os impactos do escoamento superficial e promover a resiliência das áreas urbanas frente às incertezas climáticas e à expansão urbana acelerada (Paula *et al.*, 2017; Ripol e Silva, 2013).

Sistemas de Drenagem Urbana: Definições e Componentes

Os sistemas de drenagem urbana são essenciais para o manejo eficiente das águas pluviais, atuando na coleta, transporte e, em alguns casos, na retenção temporária da água da chuva. Esses sistemas são compostos por três elementos principais: microdrenagem, macrodrenagem e controle na fonte, cada um com uma função específica no escoamento das águas em áreas urbanas (Tucci, 2003). A microdrenagem é responsável pela coleta inicial da água nas vias urbanas. Esse subsistema inclui sarjetas, bocas de lobo e pequenas tubulações (de até 0,8 metros de diâmetro), que direcionam a água para uma rede de drenagem principal (Tucci, 2003). De acordo com Cruz, Souza e Tucci (2012), a microdrenagem desempenha um papel crucial na redução de alagamentos locais e na prevenção do acúmulo de grandes volumes de água nas áreas de circulação, embora dependa de uma manutenção regular para garantir sua eficiência.

A macrodrenagem, por sua vez, é projetada para receber e conduzir os volumes de água coletados pela microdrenagem. Esse sistema é composto por tubulações de maior diâmetro (acima de 1 metro), canais abertos ou fechados, galerias de águas pluviais e reservatórios de retenção e detenção, que ajudam a controlar o fluxo e reduzir o risco de enchentes em áreas mais amplas (Tucci, 2008). Para minimizar a erosão nos cursos d'água naturais, esse sistema geralmente inclui dissipadores de energia nas saídas, sendo especialmente importante em áreas onde a urbanização alterou significativamente as características naturais de infiltração e drenagem (Tucci, 2003).

O controle na fonte abrange dispositivos e técnicas destinados a reduzir o volume e a velocidade do escoamento logo na origem, tanto em áreas públicas quanto privadas. Entre essas técnicas estão pavimentos porosos, trincheiras e

valas de infiltração, poços de infiltração e telhados reservatórios. Essas soluções promovem a infiltração ou o armazenamento temporário das águas pluviais antes de seu lançamento no sistema de drenagem. Esses dispositivos têm como objetivo minimizar o impacto das superfícies impermeáveis resultantes da urbanização, permitindo que parte da água da chuva infiltre no solo, ajudando na recarga dos aquíferos e aliviando a pressão sobre o sistema de drenagem urbano (Walesh, 1989; Cruz, Souza e Tucci, 2012).

Para Tucci (2002), os sistemas de drenagem urbana modernos devem integrar esses três componentes de forma a garantir um manejo eficiente e sustentável das águas pluviais, reduzindo os riscos de enchentes e promovendo um ambiente urbano mais resiliente. A eficácia desses sistemas depende, no entanto, de uma análise abrangente das características da área urbana, incluindo fatores como densidade populacional, topografia e padrões de precipitação, bem como de um planejamento urbano que considere a drenagem como uma infraestrutura essencial e não secundária (Cruz; Souza; Tucci, 2007).

Medidas de Controle e Tecnologias para a Drenagem Urbana

O controle e a mitigação do escoamento superficial em áreas urbanas demandam uma série de medidas e tecnologias voltadas para o gerenciamento sustentável das águas pluviais. Essas estratégias de controle incluem dispositivos que promovem a infiltração e o armazenamento da água da chuva, reduzindo a sobrecarga nos sistemas de drenagem convencionais e minimizando os riscos de enchentes. Entre as principais abordagens estão o uso de pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, valas de infiltração, poços de infiltração, telhados reservatórios e bacias subterrâneas (Cruz, Souza e Tucci, 2012).

Pavimentos porosos são uma alternativa eficiente para controlar o escoamento superficial, compostos por materiais que permitem a infiltração gradual da água da chuva no solo. Essa infiltração contribui para a recarga dos aquíferos e reduz o volume de escoamento nas superfícies urbanas. Aplicáveis em locais como estacionamentos, calçadas e áreas de baixa circulação de veículos, esses pavimentos incluem materiais como concreto permeável e blocos intertravados, projetados para facilitar o escoamento através de suas aberturas (Walesh, 1989; Cruz, Souza e Tucci, 2012). A implementação de pavimentos porosos, segundo

Pinto (2011), alivia a sobrecarga das redes de drenagem, amenizando os impactos das chuvas intensas e promovendo um ambiente urbano mais resiliente.

As trincheiras de infiltração, por sua vez, são canais lineares que recebem grandes volumes de água durante períodos de chuva intensa, promovendo sua infiltração gradativa no solo e contribuindo para a recarga do aquífero subterrâneo. Esse método é particularmente útil em locais onde há espaço para a instalação de canais ou valas revestidas com materiais porosos (Tucci, 2002; Walesh, 1989). As valas de infiltração são depressões lineares cobertas por gramíneas, projetadas para desacelerar o escoamento e facilitar a infiltração ao longo de seu percurso. Essas valas são ideais para áreas residenciais e parques, onde é possível criar pequenos canais que conduzem a água para redes de drenagem, reduzindo a necessidade de sistemas mais amplos e custosos (Urbonas e Stahre, 1993). Conforme observado por Tucci (2008), as valas de infiltração são uma estratégia eficaz e de baixo custo para diminuir picos de vazão e ajudar na conservação da qualidade da água.

Poços de infiltração são dispositivos pontuais que conduzem a água da superfície para camadas mais profundas do solo. Podem ser preenchidos com materiais granulares, como brita, que facilitam a infiltração e permitem o armazenamento temporário da água das chuvas. Esses poços são indicados para áreas urbanas onde o espaço é limitado, sendo uma solução eficiente para reduzir o escoamento e evitar alagamentos (Azzout, 1994, citado por Suderhsa; 2002).

Os telhados reservatórios funcionam como reservatórios temporários que armazenam a água da chuva coletada nas edificações, liberando-a gradualmente para a rede de drenagem (Liu e Jesen, 2018). Podem ser adaptados para incluir jardins ou camadas de cascalho, o que também proporciona benefícios adicionais, como o conforto térmico nas edificações (Azzout, 1994, citado por Suderhsa; Hill, 2002). Essa medida sustentável integra arquitetura e gestão do escoamento, promovendo um ambiente urbano mais equilibrado (Tucci, 2008).

As bacias subterrâneas são reservatórios impermeáveis instalados sob o solo para armazenar temporariamente a água da chuva. Utilizadas também como áreas verdes, parques ou até espaços esportivos, essas bacias oferecem uma dupla funcionalidade, aproveitando melhor o espaço urbano. Como alternativa discreta e eficaz, as bacias subterrâneas ajudam a controlar os picos de vazão durante chuvas intensas (STU, 1993, citado por Suderhsa; Hill, 2002).

Essas medidas de controle na fonte e as tecnologias de infiltração e armazenamento desempenham um papel fundamental na construção de um sistema de drenagem urbano mais sustentável. Tais soluções não apenas aliviam a pressão sobre as redes de escoamento, mas também facilitam uma gestão mais equilibrada das águas pluviais, integrando-as ao ambiente urbano e reduzindo os impactos das mudanças climáticas em áreas densamente ocupadas (Paula *et al.*, 2017; Cruz, Souza e Tucci, 2012).

Planejamento Urbano e Legislação

O planejamento urbano eficaz é essencial para lidar com os desafios da drenagem em áreas urbanas, especialmente em cidades de rápido crescimento como as do Brasil. Historicamente, o planejamento de drenagem urbana tem sido tratado como secundário nos projetos de urbanização, focando em sistemas tradicionais de canalização e desvio das águas pluviais sem considerar adequadamente os impactos ambientais e sociais a jusante (Christofidis, Assumpção e Kligerman, 2019). Esse enfoque restrito tem levado à frequente ocorrência de enchentes, deterioração da qualidade da água e prejuízos socioeconômicos, especialmente em áreas de expansão urbana (Paula *et al.*, 2017).

No Brasil, o marco regulatório para a gestão de águas pluviais e drenagem urbana está alinhado com o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (PDDU-DF), que foi consolidado em 2009 como uma resposta para a crescente ocorrência de enchentes na região (CODEPLAN, 2022). Esse plano estabelece diretrizes para a gestão integrada das águas pluviais, promovendo a criação de dispositivos de drenagem que reduzam os riscos de alagamentos e contribuam para a preservação dos recursos hídricos. Além disso, o PDDU-DF promove o uso de técnicas de drenagem sustentável, como pavimentos permeáveis e reservatórios de retenção, que ajudam a controlar o volume e a velocidade do escoamento superficial, minimizando os impactos a jusante (Instituto Brasília Ambiental, 2022).

Outro importante instrumento legal é o *Plano Distrital de Saneamento Básico (PDSB)*, que visa garantir o acesso universal aos serviços de saneamento, incluindo a gestão das águas pluviais. O PDSB foi desenvolvido em conformidade com o Decreto Federal nº 8.629/2015, que exige que todos os municípios brasileiros disponham de um plano de saneamento básico para acessar recursos

federais destinados a esses serviços (CODEPLAN, 2022). A obrigatoriedade de planos de saneamento, incluindo a drenagem urbana, representa um avanço significativo no reconhecimento da necessidade de uma infraestrutura de drenagem resiliente e sustentável.

Além dos planos diretores, a legislação ambiental também influencia diretamente o planejamento urbano e a drenagem. O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012, estabelece restrições quanto à ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), incluindo faixas marginais de cursos d'água e encostas íngremes. Essas áreas desempenham uma função importante no controle do escoamento e na preservação dos corpos hídricos, sendo protegidas para evitar a degradação dos recursos hídricos e reduzir os riscos de desastres ambientais (BRASIL, 2012). No entanto, conforme destacado por Cruz, Souza e Tucci (2007), a falta de fiscalização adequada e a expansão desordenada da urbanização têm comprometido a eficácia dessas restrições, levando ao avanço das ocupações irregulares em áreas de risco.

A Resolução CONAMA 369/2006 também aborda intervenções em APPs, permitindo exceções para utilidade pública ou baixo impacto ambiental, desde que não comprometam a estabilidade dos terrenos ou agravem os riscos de enchentes (Brasil, 2006). Embora a legislação preveja salvaguardas, a sua aplicação prática enfrenta limitações devido à fragmentação das responsabilidades entre os órgãos governamentais e à falta de capacitação técnica para a implementação de soluções de drenagem mais modernas e sustentáveis (Pompêo, 2000).

O avanço das políticas de drenagem sustentável e a incorporação de práticas de controle na fonte ainda enfrentam desafios, especialmente em termos de financiamento e capacitação técnica. Apesar de as diretrizes do PDDU-DF e do PDSB incentivarem medidas de controle mais integradas, muitas obras de drenagem continuam a seguir os métodos convencionais de canalização e desvio, priorizando a velocidade de escoamento ao invés da retenção e infiltração de águas pluviais (Cruz; Souza; Tucci, 2012). Esse enfoque tem sido criticado por estudiosos, que defendem a necessidade de um planejamento urbano que valorize a drenagem sustentável, a conservação das áreas naturais e o controle da impermeabilização do solo (Tucci, 2008).

Assim, a legislação e o planejamento urbano relacionados à drenagem ainda necessitam de uma abordagem mais integrada, que leve em consideração

tanto os aspectos técnicos quanto os ambientais e sociais. A criação de políticas públicas que promovam o uso de infraestruturas verdes, aliada a um planejamento urbano que respeite o ciclo hidrológico natural, é essencial para a mitigação dos riscos de enchentes e para a promoção de cidades mais resilientes e sustentáveis (Paula *et al.*, 2017).

Estudos de Caso e Experiências Internacionais

Estudos de caso internacionais demonstram o potencial de estratégias inovadoras e sustentáveis para a drenagem urbana, contribuindo para a mitigação dos impactos das chuvas intensas e a criação de cidades mais resilientes. Um exemplo notável é o conceito de “cidades esponja” desenvolvido na China, com diretrizes técnicas promovidas pelo governo para aumentar a resiliência das áreas urbanas às enchentes (SHUN *et. al.*, 2018). Lançada em 2014, essa iniciativa visou integrar infraestruturas verdes como telhados e paredes verdes, pavimentos permeáveis e sistemas de retenção natural para captar e infiltrar as águas pluviais (China, 2015). As cidades esponja buscam imitar processos naturais, infiltrando e armazenando a água da chuva diretamente no solo e reduzindo o escoamento superficial, o que também contribui para a recarga dos aquíferos (Chen, Li e Zhang, 2018).

Em Belo Horizonte, Brasil, a *Carta de Inundações* destaca-se como uma prática pioneira de drenagem urbana sustentável. Esse projeto, promovido pelo governo local, fornece informações detalhadas sobre áreas de risco de alagamentos e integra medidas preventivas que incentivam a conscientização e a preparação da população para lidar com enchentes. A Carta de Inundações, combinada com um sistema de monitoramento e alertas, tem ajudado a cidade a adotar uma abordagem mais proativa e informada em relação ao gerenciamento das águas pluviais, promovendo ações de controle que buscam minimizar os danos causados por enchentes (PBH, 2020).

Nos Estados Unidos, o *Stormwater Management Model (SWMM)*, desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), representa uma das ferramentas mais amplamente utilizadas para o planejamento de drenagem urbana sustentável. Esse modelo permite simular cenários de gestão de águas pluviais em áreas urbanas, integrando soluções como pavimentos permeáveis, bacias de retenção e sistemas de infiltração (EPA, 2015). Com o suporte do SWMM, diversas cidades

norte-americanas têm implementado medidas de infraestrutura verde que integram o controle de qualidade e a redução de volumes de escoamento, reforçando a sustentabilidade nos projetos de drenagem urbana (DAEE/CETESB, 1980).

Na Europa, a cidade de Copenhague, na Dinamarca, destaca-se pela implementação de um plano abrangente de drenagem urbana após eventos de chuvas extremas que causaram graves enchentes. A cidade adotou sistemas de drenagem multifuncionais, incluindo parques urbanos que atuam como áreas de retenção temporária, jardins de chuva, bacias de infiltração e pavimentos permeáveis. Essas soluções não só controlam o escoamento superficial, mas também aumentam a resiliência da cidade frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas (Tucci, 2008).

Esses estudos de caso mostram que a integração de infraestruturas verdes e soluções de controle na fonte têm sido cada vez mais adotadas como uma alternativa eficaz aos métodos convencionais de drenagem urbana. Práticas como as das cidades esponja na China e as soluções multifuncionais em Copenhague demonstram que é possível mitigar os efeitos das enchentes ao incorporar princípios de sustentabilidade e resiliência no planejamento urbano (Chen *et al.*, 2018). Esses exemplos destacam o valor de combinar políticas públicas inovadoras com tecnologias modernas de modelagem e monitoramento para garantir um sistema de drenagem eficaz e sustentável.

A implementação de estratégias semelhantes nas cidades brasileiras pode ser inspirada por essas experiências, promovendo um planejamento urbano mais sustentável e adaptável às condições climáticas atuais e futuras. Integrar essas práticas ao contexto brasileiro é essencial para a criação de sistemas de drenagem mais resilientes, que permitam responder às crescentes demandas urbanas e aos desafios impostos pelas mudanças climáticas (Cruz, Souza e Tucci, 2012).

Desafios e Limitações da Drenagem Urbana

A drenagem urbana enfrenta uma série de desafios e limitações que dificultam a criação de sistemas eficazes para mitigar os impactos das chuvas intensas e controlar o escoamento superficial. A infraestrutura de drenagem, essencial para o manejo das águas pluviais em áreas urbanas, é frequentemente projetada com um certo nível de falha embutido, pois é dimensionada com base no tempo de

retorno de eventos de chuva. Isso significa que o sistema é planejado para suportar chuvas que ocorrem com uma determinada frequência, e eventos extremos podem facilmente ultrapassar essa capacidade (Souza, Moraes e Borja, 2012). Tal abordagem limita a eficiência dos sistemas de drenagem, expondo as áreas urbanas a inundações quando as precipitações ultrapassam os valores projetados.

Outro fator que contribui para as limitações da drenagem urbana é a utilização de parâmetros urbanísticos e hidrológicos que nem sempre refletem as mudanças que ocorrem ao longo do tempo nas bacias hidrográficas urbanas. Muitas das equações e fórmulas utilizadas no dimensionamento dos sistemas de drenagem, como a Equação de Kirpich, foram desenvolvidas para áreas rurais e podem não ser totalmente adequadas para a realidade das áreas urbanizadas, onde o solo é mais impermeável e as encostas são frequentemente alteradas pela construção civil (Souza, Cruz e Tucci, 2012). A aplicação de metodologias que não consideram as condições específicas das áreas urbanas compromete a precisão das previsões de escoamento, limitando a eficácia das intervenções de drenagem.

Além das limitações técnicas, o planejamento urbano fragmentado e a falta de coordenação entre os órgãos responsáveis dificultam a implementação de soluções integradas de drenagem. A legislação ambiental brasileira, como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), exige a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e restringe ocupações em encostas e margens de cursos d'água para reduzir o risco de deslizamentos e enchentes. No entanto, em muitas cidades, a fiscalização é insuficiente para evitar ocupações irregulares em áreas de risco, e a expansão desordenada continua a comprometer a eficácia dessas restrições (Brasil, 2012). Além disso, as diferentes interpretações das leis ambientais e urbanísticas geram ambiguidades, dificultando a articulação entre as políticas de drenagem e de ordenamento territorial (Pompêo, 2000).

A disponibilidade limitada de recursos financeiros e a falta de capacitação técnica entre os gestores municipais também representam obstáculos significativos para o avanço de soluções sustentáveis de drenagem. Muitas vezes, as soluções tradicionais de canalização e retificação dos cursos d'água são priorizadas em detrimento de tecnologias mais modernas e sustentáveis, como infraestruturas verdes e sistemas de controle na fonte (Tucci, 2008). Esse enfoque restrito pode ser atribuído à percepção de que as obras convencionais são mais seguras ou práticas, embora as infraestruturas verdes tenham se mostrado mais eficazes a

longo prazo, pois promovem a infiltração da água da chuva e reduzem a velocidade do escoamento.

A carência de dados precisos e atualizados sobre precipitação, vazão e características hidrológicas das bacias urbanas também limita a capacidade de prever adequadamente os eventos extremos. Em muitas áreas urbanas do Brasil, a rede de monitoramento hidrometeorológico é insuficiente, o que dificulta a geração de previsões confiáveis e a aplicação de modelos de simulação precisos para a drenagem urbana (Souza; Moraes; Borja, 2012). Além disso, o aumento da impermeabilização do solo, decorrente da expansão urbana, agrava o problema ao aumentar o coeficiente de escoamento superficial, o que compromete ainda mais a eficácia dos sistemas de drenagem projetados com base em dados desatualizados (LID, 2012).

Esses desafios evidenciam a necessidade de uma abordagem integrada e adaptativa para a drenagem urbana, que considere as mudanças climáticas e os padrões de urbanização. A implementação de sistemas de drenagem mais resilientes depende não só de melhorias técnicas, mas também da integração entre políticas ambientais e urbanísticas, de investimentos em infraestrutura e do fortalecimento da capacidade institucional dos gestores municipais. A superação desses desafios é essencial para que as cidades brasileiras desenvolvam sistemas de drenagem capazes de enfrentar os eventos climáticos extremos e proporcionar segurança e qualidade de vida para a população (Paula *et al.*, 2017).

CONCLUSÃO

A drenagem urbana é um elemento essencial para a sustentabilidade das cidades, especialmente em um cenário de urbanização crescente e mudanças climáticas intensas. Os desafios enfrentados pelos sistemas de drenagem no Brasil refletem a necessidade de práticas de planejamento mais integradas e sustentáveis, que vão além dos métodos convencionais de canalização e desvio das águas pluviais (Tucci, 2008). A ausência de um planejamento urbano adequado e de políticas ambientais eficazes tem contribuído para a ocorrência frequente de enchentes e para a deterioração da qualidade da água nas áreas urbanas, impactando diretamente a qualidade de vida da população e a segurança das infraestruturas urbanas (Paula *et al.*, 2017).

As abordagens sustentáveis, como o uso de infraestrutura verde e sistemas de controle na fonte, mostram-se promissoras para mitigar os impactos das chuvas intensas e promover a resiliência urbana. Experiências internacionais, como as cidades esponja na China e o modelo dinamarquês em Copenhague, demonstram que a incorporação de soluções baseadas na natureza pode ser eficaz para reduzir o escoamento superficial, promover a infiltração e melhorar a qualidade das águas urbanas (Chen, Li e Zhang, 2018). No contexto brasileiro, práticas como a Carta de Inundações de Belo Horizonte mostram que a adaptação é possível e que o investimento em monitoramento e conscientização comunitária contribui para uma gestão mais eficaz e proativa dos recursos hídricos urbanos (PBH, 2020).

Para o futuro, é fundamental que o planejamento urbano brasileiro se adapte e integre práticas de drenagem urbana que considerem as particularidades locais e os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A adoção de políticas que incentivem o uso de tecnologias sustentáveis, como pavimentos permeáveis, telhados verdes e reservatórios de retenção, pode tornar o sistema de drenagem mais resiliente e eficaz a longo prazo (Cruz, Souza e Tucci, 2012). Além disso, a capacitação técnica dos gestores municipais e o fortalecimento institucional são essenciais para a implementação de soluções modernas e a superação das limitações atuais, como a falta de dados precisos e a fragmentação das responsabilidades entre os órgãos governamentais (Pompêo, 2000).

Essas mudanças requerem uma abordagem integrada que inclua a colaboração entre as esferas governamentais, a iniciativa privada e a sociedade civil. O desenvolvimento de políticas públicas que valorizem a drenagem urbana sustentável, bem como investimentos em infraestrutura e tecnologias de monitoramento, são passos fundamentais para enfrentar os desafios futuros. Dessa forma, as cidades brasileiras podem avançar na direção de sistemas de drenagem mais eficientes e sustentáveis, garantindo um ambiente urbano mais seguro, resiliente e preparado para os impactos das chuvas intensas e das incertezas climáticas (Paula *et al.*, 2017; Tucci, 2002).

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, M. B.; *et al.* **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABES, 2005.
- BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1979.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre as áreas de preservação permanente - APP. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.
- CALDEIRA, F.; LIMA, J. **Aspectos Ambientais do Cerrado e seus Desafios**. São Paulo: Editora Ambiental, 2020.
- CHEN, A.; LI, X.; ZHANG, W. **The Development of Sponge Cities in China**. Journal of Urban Hydrology, v. 25, n. 3, p. 85-95, 2018.
- CODEPLAN. **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (PDDU-DF)**. Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, 2022.
- CRUZ, P. T.; SOUZA, R.; TUCCI, C. E. M. **Planejamento Integrado de Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2007.
- DAEE; CETESB. **Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais**. São Paulo: DAEE, 1980.
- FREITAG, P.; FARIA, R. S. **Pensar Brasília e o Distrito Federal: entre o planejamento urbano-regional e o planejamento nacional (1966-1975/1984)**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. v. 13, 2021.
- INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. **Políticas Ambientais e de Saneamento do Distrito Federal**. Brasília: IBRAM, 2022.
- LIU L.; JENSEN M. B. **Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities**. Cities, v. 74, 2018,
- NUNES, J. **História e Urbanização de Brasília**. Brasília: Editora UnB, 2014.
- PAULA, A.; *et al.* **Impactos da Urbanização nas Águas Urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 22, n. 1, p. 45-60, 2017.
- PBH - Prefeitura de Belo Horizonte. **Carta de Inundações de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: PBH, 2020.
- PINTO, S. **Pavimentos Permeáveis e Sustentabilidade Urbana**. São Paulo: Editora de Engenharia, 2011.
- POMPÊO, M. **Políticas Públicas e o Manejo das Águas Urbanas**. Brasília: IPEA, 2000.
- RIPOL, S.; SILVA, C. **Contaminação e Qualidade das Águas Urbanas no Brasil**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 2, p. 33-44, 2013.
- SHUN CHAN, F.K.; GRIFFITHS, J.A.; HIGGITT, D.; Xu, S.; ZHU, F.; TANG, Y.T.; XU, Y.; THORNE, C.R. **"Sponge City" in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context**. Land Use Policy. v.76, 2018.
- SOUZA, R.; CRUZ, P. T.; TUCCI, C. E. M. **Modelos de Drenagem Urbana e seus Limites**. Porto Alegre: ABRH, 2016.

SOUZA, R.; MORAES, C.; BORJA, L. **Sistemas de Drenagem e Eventos Extremos**. Revista de Engenharia Hídrica, v. 14, n. 4, p. 212-225, 2012.

STU. **Reservatórios Subterrâneos e Controle de Vazão**. Porto Alegre: ABRH, 1993.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas**. Porto Alegre: ABRH, 2008.

UNESCO. **Patrimônio Mundial de Brasília**. Paris: UNESCO, 1987.

URBONAS, B.; STAHR, P. **Sustainable Stormwater Management**. New York: Lewis Publishers, 1993.

VARGAS, M. C. **O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental**. Ambiente & Sociedade [online]. 1999

WALESH, S. **Urban Stormwater Management**. New York: Wiley, 1989.

Rossi, Efigênia & Gonçalves, Luciana. **Ecotécnicas De Drenagem Urbana: Urbanização De Impacto Ambiental Reduzido** 2012.

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NO ESPAÇO URBANO: UM ESTUDO SOBRE O DOTS EM BRASÍLIA - DF

Jaqueline Mendonça Torres

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Rogério Giuffrida

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maira Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Esse artigo tem como objetivo avaliar a mobilidade urbana sustentável em Brasília-DF, focando no conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável - DOTS. A pesquisa identifica áreas prioritárias para intervenções de requalificação urbana voltadas para o incentivo do transporte sustentável.

Metodologia: A metodologia empregada foi baseada em pesquisa bibliográfica e documental, análise de dados do site Geoportal/DF e observações de campo. Para avaliação, foi adotado o Padrão de Qualidade DOTS versão 3.0, com adaptações considerando o tombamento urbanístico de Brasília, e o uso do software QGIS para processamento espacial. **Resultados:** Os resultados destacam áreas com potencial para melhorias na mobilidade sustentável e indicam a necessidade de adaptações em infraestrutura para pedestres e ciclistas, destacando desafios como a falta de continuidade das ciclovias, falhas na acessibilidade das calçadas e conectividade com transporte público. **Conclusão:** Apesar das limitações, o modelo de avaliação do Padrão de Qualidade DOTS 3.0 pode servir como ferramenta estratégica para decisões de planejamento urbano em Brasília, podendo ainda ser adaptado a outras regiões com características semelhantes.

Palavras-chave: transporte ativo; caminhabilidade; requalificação urbana; transporte público; planejamento urbano.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável no espaço urbano é uma abordagem que busca conciliar o crescimento econômico, a inclusão social e a proteção ambiental nas cidades. Com o aumento da urbanização e dos desafios ambientais globais, a importância de desenvolver cidades sustentáveis tornou-se cada vez mais evidente. O desenvolvimento urbano sustentável envolve a criação de cidades que sejam ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente justas.

O conceito de desenvolvimento urbano sustentável no Brasil envolve uma integração de políticas públicas que promovem a sustentabilidade ambiental, econômica e social nas cidades. Entre os princípios fundamentais estão o Planejamento Urbano Integrado que está ligada a integração de políticas habitacionais, de transporte, de saneamento básico e de infraestrutura verde. Estudos como o de Philippi (2018) desta a importância de planos diretores que incorporam esses elementos para promover uma urbanização sustentável.

Brasília, nosso objeto de estudo foi projetada como uma cidade-planejada, com uma estrutura urbana inovadora baseada em grandes eixos viários, como o Eixo Monumental e o Eixo Rodoviário (Eixão), que cortam a cidade de ponta a ponta. Esses eixos foram projetados para conectar os diferentes setores da cidade de forma eficiente e rápida, facilitando o deslocamento entre as áreas residenciais, comerciais e administrativas.

A mobilidade urbana em Brasília foi uma consideração central no planejamento original da cidade. Os princípios do urbanismo modernista, como a segregação de fluxos de tráfego e a valorização do transporte público, foram incorporados ao projeto desde o início. A cidade foi projetada para facilitar o deslocamento rápido e eficiente entre os diferentes setores, com amplos espaços viários e poucos cruzamentos de tráfego. Desta forma, o trabalho procura questionar: Como esta mobilidade urbana em Brasília-DF? A cidade que nasceu para ser a capital do Brasil continua sendo modernista incorporando as novas formas de mobilização do espaço?

Sendo assim, o artigo tem como objetivo discutir a mobilidade urbana em Brasília-DF destacando os esforços da capital em promover a mobilidade sustentável em relação ao transporte público, ciclovias, calçadas e outras infraestruturas que visam tornar a cidade mais democrática para pedestres e ciclistas.

MÉTODOS

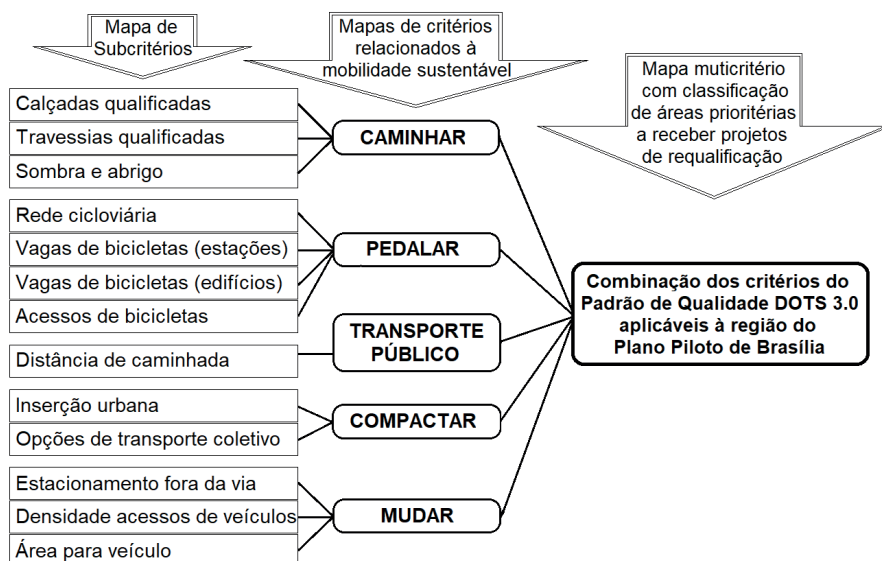
Trata-se de uma pesquisa aplicada do tipo bibliográfica e documental. A coleta de dados teve como principal fonte o site Geoportal/DF, complementados por meio de pesquisa documental, observação e coleta em campo. Foram pesquisadas palavras-chave como desenvolvimento sustentável, mobilidade urbana, mobilidade sustentável, mobilidade ativa e caminhabilidade, para o desenvolvimento da revisão de literatura, essas buscas possibilitaram o acesso a estudos já realizados na área e na escolha da estratégia de avaliação adotada neste trabalho.

O critério escolhido para avaliação foi baseado no Padrão de Qualidade DOTS – Versão 3.0, elaborado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), que utiliza uma análise multicritério abrangendo questões sociais, ambientais e econômicas. A metodologia de avaliação DOTS foi aplicada nas áreas do entorno das estações de metrô na região da Asa Sul do Plano Piloto de Brasília, conforme as diretrizes do Padrão de Qualidade DOTS 3.0.

A coleta dos dados necessários para avaliação da área urbana teve como principal fonte o site do Geoportal/DF, onde foi possível ter acesso a todos os dados georreferenciados do território e da população do Distrito Federal. Demais dados foram complementados por meio de pesquisa documental, observação e coleta em campo. O processamento e a combinação dos dados, foram realizados através da utilização do software livre de geoprocessamento Quantum Geographic Information System (QGIS).

Esta pesquisa apresenta como resultados parciais representações gráficas espaciais das áreas de cobertura das estações de metrô do Plano Piloto de Brasília, com a classificação qualitativa dos critérios e subcritérios relacionados à mobilidade sustentável, fundamentados no Padrão de Qualidade DOTS 3.0, conforme esquema demonstrativo apresentado no Figura 1.

Figura 1 - Esquema para obtenção do DOTS 3.0.



Fonte: Padrão de Qualidade DOTS 3.0 (adaptação Autores).

O esquema da Figura 1 demonstra como foram conciliados os diversos critérios estudados neste trabalho, gerando mapas para cada subcritério que, agrupados, geram mapas de cada princípio do DOTS. Por fim, combinando estes mapas dos princípios do DOTS, gerou-se um mapa final multicritério com a avaliação classificatória das áreas prioritárias mais propícias a receber projetos de requalificação voltados para mobilidade sustentável.

A MOBILIDADE URBANA E DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL -DOTS

O crescimento da população urbana é uma das principais causas dos problemas socioambientais, pois o aumento populacional exige o consumo excessivo de recursos naturais renováveis e não renováveis (Carmo; Dagnino; Johansen, 2014). Compreender e promover a gestão socioambiental urbana tornou-se um desafio urgente em países como o Brasil, onde a densidade e a magnitude das redes urbanas e das cidades são caracterizadas por diversos problemas, destacando-se a intensificação dos riscos e das vulnerabilidades socioambientais (Mendonça, 2011).

Segundo Mota (1999), a ordenação deste crescimento é necessária para que suas influências sobre o meio ambiente não se tornem relevantes aos habitantes. Ele também destaca que o aumento da população e a expansão das cidades devem ser sempre acompanhados pelo crescimento da infraestrutura urbana, de modo a proporcionar aos habitantes uma condição mínima de vida. No entanto, a realidade do processo de urbanização está longe do ideal, pois na maioria dos casos o planejamento é inadequado, resultando em crescimento desordenado e falta de infraestrutura, o que não garante uma qualidade ambiental mínima (Abiko 2009).

O conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável – DOTS foi originado do termo inglês Transit Oriented Development – TOD, criado publicação chamada “The Next American Metropolis: ecology, community, and the american dream”, elaborado pelo arquiteto e urbanista Peter Calthorpe em 1993 e que foi considerado uma espécie de manual de planejamento urbano. Esta publicação trazia uma série de diretrizes e elementos urbanísticos que priorizavam questões ecológicas, em especial o transporte sustentável. As orientações principais incluíam: promover um crescimento regional compacto e favorável ao transporte coletivo; concentrar atividades comerciais, residenciais, oportunidades de emprego e usos cívicos próximas às estações de transporte público; criar uma rede viária favorável aos pedestres, conectada às vias locais; incentivar uma diversidade de densidades e custos de moradias; conservar áreas de risco, zonas ribeirinhas e espaços abertos com qualidade ambiental; e orientar as construções e atividades comerciais para os espaços públicos (Carlton, 2009).

As diretrizes da metodologia DOTS ainda são perseguidas por arquitetos e urbanistas, tanto na escala de bairro, quanto na de cidade. Seus princípios contemplam questões ambientais, econômicas e de qualidade de vida ligadas ao ambiente urbano, priorizando o transporte sustentável. Apesar de estarem sendo discutidas desde a década de 1990, ainda são muito relevantes. Entretanto, somente a partir de 2010 esse tema ganhou notoriedade no Brasil e passou a ser considerada por especialistas como uma alternativa para desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras (Chaves & Santos, 2023).

O modelo DOTS conduz à criação de comunidades urbanas sustentáveis onde o território, os usos do solo e as redes de infraestrutura e serviços são planejados de forma integrada, aproximando as pessoas de seus destinos e atividades principais, promovendo a mobilidade sustentável e diminuindo as distâncias e

os tempos de viagens diárias. Com isso, espera-se ampliar o crescimento econômico e social, melhorar a qualidade de vida da população e proteger o meio ambiente (Brasil, 2005).

O incentivo do uso de modos de transporte mais limpos e eficientes, como transporte público, caminhada, ciclismo e compartilhamento de viagens, contribui para a redução da poluição do ar e das emissões de gases de efeito estufa, melhorando assim a qualidade do ar e mitigando as mudanças climáticas, desempenhando um papel crucial na promoção de cidades mais habitáveis, inclusivas, saudáveis e ambientalmente sustentáveis. Além disso, o estímulo ao transporte ativo, como caminhada e ciclismo, contribui para a promoção da saúde física e mental da população. O aumento da atividade física e a redução da exposição à poluição do ar estão associados a uma menor incidência de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes. (Floss, *et al.* 2022; Abreu, 2021)

A criação de espaços públicos de qualidade, como parques, praças e calçadas, bem como a redução do congestionamento e do estresse relacionado ao trânsito, promove cidades mais acessíveis, seguras e vibrantes, onde as pessoas podem viver, trabalhar, estudar e se divertir com facilidade. (Santos, *et al.*, 2022)

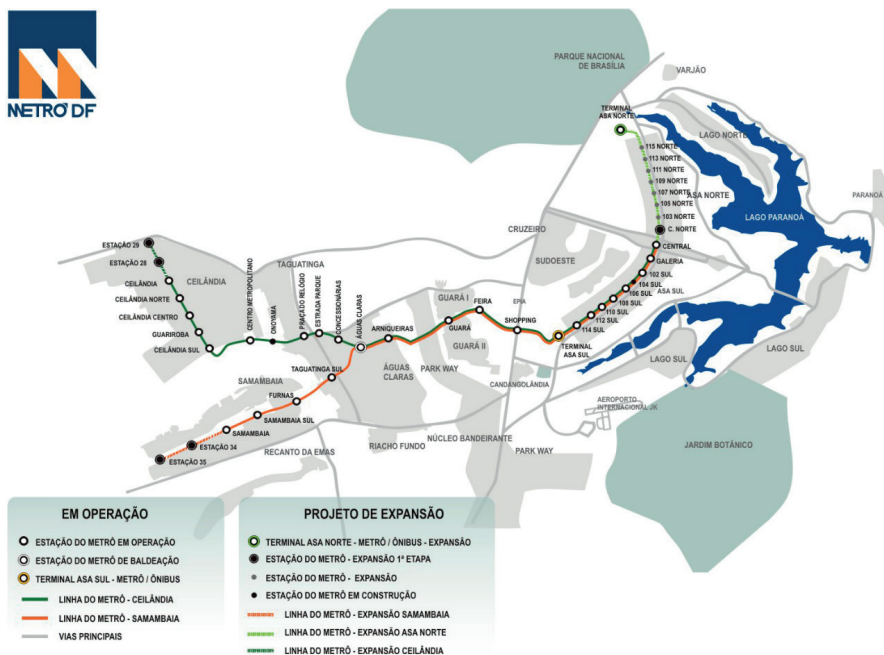
O incitamento da acessibilidade universal, garantindo que todos os membros da sociedade, independentemente de idade, habilidade física ou condição socioeconômica, tenham acesso igualitário aos serviços e oportunidades da cidade, inclui a melhoria da acessibilidade ao transporte público, calçadas acessíveis e a criação de espaços públicos inclusivos (Carlton, 2009).

Por fim, o DOTS pode impulsionar a economia local e regional ao promover o desenvolvimento de infraestrutura, serviços e indústrias relacionadas ao transporte sustentável, como sistemas de transporte público, compartilhamento de bicicletas, tecnologias de transporte inteligente e veículos elétricos. Em resumo, o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável desempenha um papel fundamental na construção de cidades mais saudáveis, equitativas, eficientes e resilientes, beneficiando a sociedade como um todo e as gerações futuras (Embarq, 2015).

DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL EM BRASÍLIA-DF

Levando em consideração que o Padrão de Qualidade DOTS pode ser usado para analisar as áreas ao redor das estações de transporte público, ajudando os planejadores urbanos a entender as condições atuais e identificar oportunidades e desafios nessas regiões (ITPD, 2017), essa metodologia pode ser utilizada de forma complementar para avaliar as áreas de cobertura das estações de alta ou média capacidade existente no Plano Piloto de Brasília. O Distrito Federal conta com duas linhas de metrô que ligam a rodoviária do Plano Piloto às Regiões Administrativas de Samambaia e Ceilândia (Figura 2). Das 29 estações de metrô existentes ou em construção, 11 delas estão dentro da Região Administrativa do Plano Piloto (Metrô/DF).

Figura 2 - Estações do Metrô no Distrito Federal.



Fonte: Metrô/DF.

Para classificar áreas do Plano Piloto prioritárias a receber projetos de requalificação urbana utilizando o Padrão de Qualidade DOTS 3.0, foram

consideradas as “áreas de estação” abrangidas pelas estações do metrô da Região Administrativas do Plano Piloto.

Dentre as “áreas de estação”, descartamos neste estudo 4 que se encontram em áreas com característica muito distintas das demais, com escalas urbanísticas muito diferentes, o que tornaria desigual e injusta a comparação entre elas. Duas delas encontram-se no centro comercial (Estação Central e Estação Galeria), área regida pela escala gregária do tombamento de Brasília. As outras duas (Estação Terminal Asa Sul e Estação Shopping), estão no extremo sul do Plano Piloto, área de escala puramente bucólica que possuem lotes de dimensões maiores e com poucas possibilidades de alterações do urbanismo no espaço público (PPCUB, 2024).

As “Áreas de Estação” foram definidas relacionando cada quadra à estação de metrô mais próxima, tendo como limites a Via W3 Sul, o Eixo L, o Eixo W e a via L2 Sul. Foi desconsiderada a faixa de domínio do DER, referente à DF-002 (Eixão), por ser uma via rodoviária, possui características próprias e é regida por legislação diferenciada.

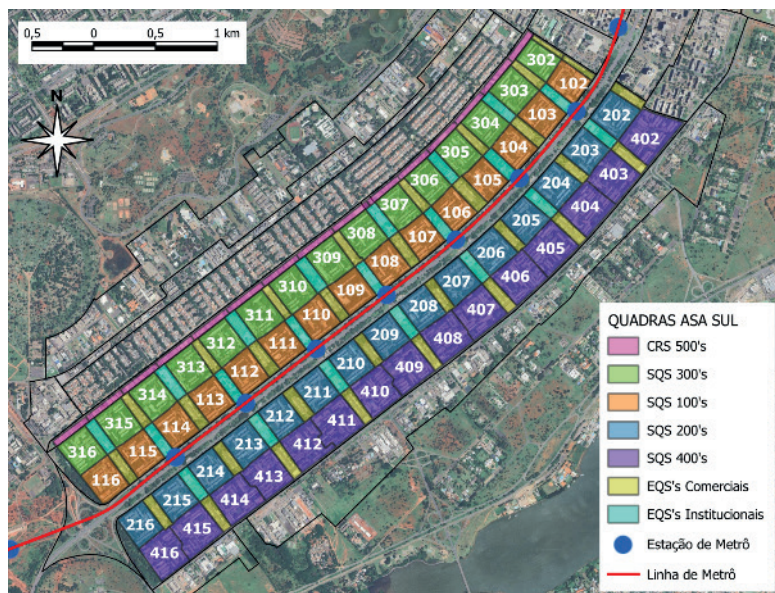
No Plano Piloto, as quadras possuem urbanismo e geometria muito parecidos, apresentando as mesmas falhas ou atributos dentre seus iguais. Nesse sentido, todas as Super Quadras Sul (SQS) são muito parecidas, o mesmo acontece com as quadras de Comercio Residencial SUL (CRS). As Entre Quadras Sul (EQS) se distribuem em dois tipos de padrão: um padrão com uso comercial local; e outro padrão com usos institucionais como escolas, clubes, parques, igrejas, etc.

Considerando essa Padronização das quadras do Plano Piloto, caso fosse utilizada a divisão orientada pelo Padrão de Qualidade DOTS 3.0, com grupos de quadras uniformemente distribuídos, resultaria em comparações entre áreas relativamente iguais. Esse resultado não seria produtivo para classificação de áreas prioritárias a receber projetos de requalificação urbana voltados à mobilidade sustentável.

Com a finalidade de redimir esta problemática, optou-se por subdividir as “áreas de estação” por quadras (Figura 2), sendo: 15 Superquadras Sul SQS 100's (102 a 116); 15 Superquadras Sul SQS 200's (202 a 216); 15 Superquadras Sul SQS 300's (302 a 316); 15 Superquadras Sul SQS 400's (402 a 416); 15 Quadras de Comércio Residencial Sul CRS 500's (502 a 516); 21 Entrequadras Sul

institucionais EQS's com lotes grandes;31 Entrequadras comerciais EQS's com lotes pequenos geminados.

Figura 3 - Subdivisão das “áreas de estação” por quadras utilizada para análise dos critérios de avaliação do Padrão de Qualidade DOTS 3.0.



Fonte: Geoportal (adaptação Autora).

A partir desta divisão da área de estudo (Figura 2), foi possível realizar uma análise fundamentada nos critérios de avaliação do Padrão de Qualidade DOTS 3.0, obtendo uma classificação por cores, conforme a pontuação obtida.

RESULTADOS: MÉTRICA DO PADRÃO DE QUALIDADE DOTS 3.0 PARA REGIÃO DE ESTUDO DO PLANO PILOTO

Tendo em vista as peculiaridades relacionadas ao tombamento urbanístico da região objeto deste estudo, não foram viáveis ou produtivas a aplicação de todos os critérios e subcritérios do Padrão de Qualidade DOTS 3.0. O Quadro 1 apresenta a pontuação adaptada, utilizada neste estudo para avaliação da mobilidade sustentável.

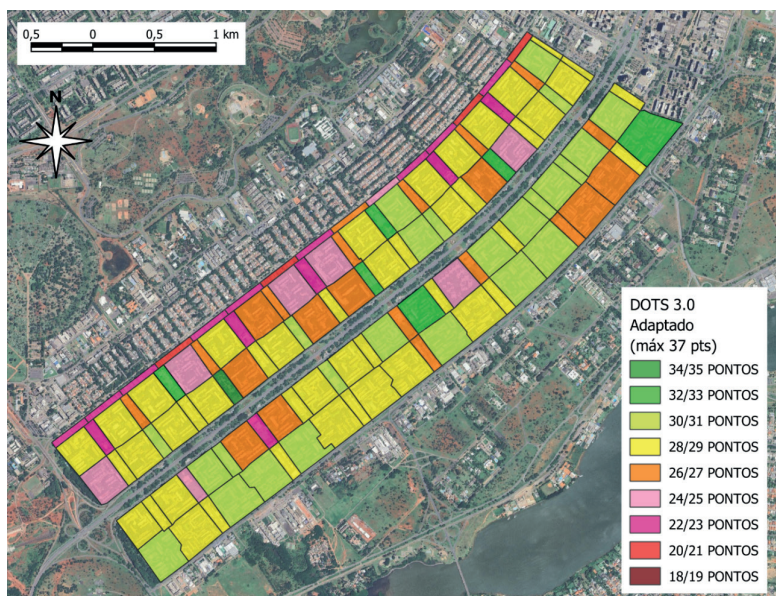
Quadro 1 - Esquema de distribuição do Padrão de Qualidade DOTS em Brasília, 2024.

CRITÉRIO	Objetivos de performance	Subcritério	Pont. Máxima	
1. CAMINHAR	OBJETIVO 1.A - "Ambiente de pedestres seguro, completo e acessível a todos"	1.A.1 Calçadas	3	15
		1.A.2 Travessias	3	
	OBJETIVO 1.B - "Ambiente dos pedestres animado e vibrante"	1.B.1 Fachadas Visualmente Ativas	n/a	
		1.B.2 Fachadas Fisicamente Permeáveis		
	OBJETIVO 1.C - "Ambiente dos pedestres tem temperatura amena e confortável"	1.C.1 Sombra e Abrigo	1	
2. PEDALAR	OBJETIVO 2.A - "Rede cicloviária segura e completa"	2.A.1 Rede Cicloviária	2	5
	OBJETIVO 2.B - "Estacionamento e guarda de bicicletas amplo e seguro"	2.B.1 Vagas para bicicletas nas estações	1	
		2.B.2 Vagas para bicicletas nos edifícios	1	
		2.B.3 Acesso de bicicletas aos edifícios	1	
3. CONECTAR	OBJETIVO 3.A - "Trajetos a pé ou de bicicleta curtos, diretos e variados"	3.A.1 Quadras pequenas	Não se aplica	
	OBJETIVO 3.B - "Os trajetos a pé ou de bicicleta mais curtos do que os trajetos de veículos motorizados"	3.B.1 Conectividade priorizada		
4. TRANSP. PÚBLICO	OBJETIVO 4.A - "Transporte coletivo de qualidade acessível"	4.A.1 Distância de caminhada	Requisito	
5. MISTURAR	OBJETIVO 5.A - "Oportunidades e atividades a curtas distâncias de onde vivem e trabalham e espaço animado por períodos mais longos"	5.A.1 Usos Complementares	Não se aplica	
		5.A.2 Acesso a serviços locais		
		5.A.3 Acesso a parques e espaços de lazer		
	OBJETIVO 5.B - "Diversidade demográfica e de faixas de renda entre os moradores locais"	5.B.1 Habitação popular		
		5.B.2 Preservação de moradias		
		5.B.3 Preservação de negócios		
6. ADENSAR	OBJETIVO 6.A - "Alta densidade dá suporte a um transporte coletivo de qualidade"	6.A.1 Densidade não residencial	Não se aplica	
		6.A.2 Densidade residencial		
7. COMPACTAR	OBJETIVO 7.A - "Área urbana já consolidada"	7.A.1 Inserção urbana	8	10
	OBJETIVO 7.B - "Conveniente viajar por toda a cidade"	7.B.1 Opções de transporte coletivo	2	
8. MUDAR	OBJETIVO A - "Espaço ocupado por veículos individuais motorizados é minimizado"	8.A.1 Estacionamento fora da via	8	15
		8.A.2 Densidade de acessos de veículos motorizados	1	
		8.A.3 Área das pistas de rolamento	6	
PONTUAÇÃO MÁXIMA TOTAL				37

Fonte: ITDP, 2017 (adaptação Autores).

A junção de todas as avaliações dos critérios: CAMINHAR, PEDALAR, TRANSPORTE PÚBLICO, COMPACTAR e MUDAR, somando suas respectivas pontuações, reflete uma avaliação multicritério, com a representação espacial (Figura 4) das áreas mais propícias a receber um projeto de requalificação voltado para o desenvolvimento da mobilidade sustentável.

Figura 4 - Avaliação do Padrão de Qualidade DOTS 3.0 no do Plano Piloto. 2024.



Organização: Autores.

A Figura 4 representa a aplicação dos critérios do Padrão de Qualidade DOTS 3.0 no Plano Piloto de Brasília, destacando áreas prioritárias para intervenções de mobilidade sustentável. A Figura 4 evidencia o potencial das regiões no entorno das estações de metrô da Asa Sul para melhorias focadas no transporte ativo (caminhada e ciclismo) e na integração com o transporte público.

Com relação as Áreas de Caminhada e Pedestres verifica-se que as áreas próximas às estações apresentam infraestrutura básica para pedestres, porém há grandes variações na qualidade e acessibilidade das calçadas e travessias. As estações avaliadas com baixo desempenho em acessibilidade para pedestres estão em zonas onde a infraestrutura foi projetada com ênfase no fluxo veicular, gerando dificuldade para a mobilidade ativa. Assim, a melhoria de faixas

elevadas e passagens de pedestres sinalizadas e seguras são essenciais para aumentar a segurança e a circulação.

Já a Infraestrutura Cicloviária aponta limitações específicas na continuidade das ciclovias e na disponibilidade de espaços para o estacionamento seguro de bicicletas. As estações com baixa pontuação em ciclismo revelam a falta de conectividade da rede cicloviária com o metrô e a escassez de locais para armazenamento de bicicletas. A adição de bicicletas e de ciclovias conectadas às principais vias próximas ao metrô é uma medida crucial para incentivos ao uso da bicicleta, especialmente em trajetos maiores.

A avaliação de conectividade demonstra que o Plano Piloto possui áreas de potencial para melhorar a integração de rotas para pedestres e ciclistas, diminuindo as barreiras entre diferentes setores. As vias principais, como o Eixão, embora sejam cruciais para o fluxo de veículos, representam uma barreira para pedestres e ciclistas que buscam trajetos diretos. Melhorias que facilitam conexões mais rápidas e acessíveis para modais não motorizados são essenciais para promover a acessibilidade e integrar os setores urbanos ao transporte público.

A proximidade das estações de metrô facilita o acesso ao transporte coletivo, mas uma análise do DOTS evidencia que a cobertura das estações e a acessibilidade a elas não são uniformes. As áreas com avaliação menor refletem uma distribuição desigual das estações e limitações no alcance dos serviços de transporte público. A ampliação da cobertura com estações adicionais ou integração com linhas de ônibus aumentaria a eficiência do sistema e ampliaria o acesso para mais regiões.

A avaliação sugere que a segregação de usos do solo no Plano Piloto dificulta a oferta de serviços variados em proximidade aos residentes e às estações. As áreas analisadas com baixa pontuação em uso misto indicam a necessidade de introduzir opções residenciais, comerciais e de lazer próximas ao transporte público. Um uso misto favorece a criação de um ambiente urbano mais dinâmico, onde os serviços essenciais são ao alcance dos pedestres, diminuindo a necessidade de locomoção motorizada.

A Figura 4 indica ainda que a baixa densidade habitacional em algumas áreas limita a eficiência e o uso do transporte público. Um adensamento controlado na proteção das estações, respeitando as características patrimoniais do Plano Piloto, pode aumentar o número de usuários do metrô, fortalecendo as previsões

econômicas do transporte público e a dependência do carro. A compactação também beneficiou a qualidade de vida urbana, ao facilitar o acesso aos serviços próximos e ao incentivo aos modos de transporte mais sustentável.

A análise das áreas com maior pontuação no ranking de “Mudar” destaca que algumas regiões possuem grande espaço dedicado a veículos particulares, o que contrasta com o objetivo de promover a mobilidade ativa e sustentável. A restrição de áreas de estacionamento e o redirecionamento de espaços urbanos para pedestres, ciclistas e transporte coletivo são estratégias que podem ser aplicadas, especialmente em regiões com maior fluxo de pessoas, para reduzir a dependência de veículos individuais e favorecendo a mobilidade no Plano Piloto.

Com a aplicação do DOTS 3.0 no Plano Piloto, destaca áreas prioritárias para intervenções em mobilidade sustentável e evidencia as barreiras e oportunidades que Brasília apresenta para adotar um sistema mais integrado e acessível. A avaliação revela a necessidade de adaptação de infraestruturas e de políticas de planejamento urbano para contemplar os modos de transporte ativos e fortalecer a conexão com o transporte público. Intervenções que incluem melhorias para pedestres e ciclistas, ampliação de usos mistos e compactação dos setores urbanos são recomendadas para que Brasília possa alcançar uma mobilidade mais inclusiva e ambientalmente sustentável, alinhada às demandas contemporâneas de desenvolvimento urbano.

Brasília, projetada para o fluxo veicular, apresenta desafios para pedestres, principalmente em relação à qualidade das calçadas e à segurança das travessias. As calçadas são, em alguns pontos, amplas e bem conservadas, mas há falta de acessibilidade em outros trechos, e as travessias não são sempre seguras, expondo os pedestres a riscos, especialmente em vias de alta velocidade. Assim, melhorar a acessibilidade e garantir travessias seguras nas áreas próximas às estações são ações recomendadas para fomentar a mobilidade ativa.

CONCLUSÃO

A metodologia de avaliação do Padrão de Qualidade DOTS 3.0 pode ser utilizada na região do Plano Piloto, porém requer muitas adaptações em razão do tombamento do conjunto urbanístico de Brasília e também pelas peculiaridades de padronização da cidade. No caso de Brasília, foi importante observar as limitações

de interferência no urbanismo da cidade e descartar da avaliação os critérios que não poderão ser modificados em projetos de qualificação. A insistência em avaliar tais critérios, poderia acarretar em classificação de áreas mais críticas em relação à mobilidade sustentável, mas que não poderiam sofrer melhorias substanciais.

Com a adaptação da metodologia, foi possível concentrar os olhares em áreas com possibilidades concretas de interferência, servindo como uma ferramenta complementar na tomada de decisão estratégica voltada para a mobilidade sustentável.

As considerações e adaptações realizadas neste trabalho para a região estudada, podem servir ainda como modelo para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes, como a Asa Norte, ampliando o alcance e relevância dos resultados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. *et al.* Desenvolvimento urbano sustentável. **Texto Técnico Escola Politécnica da USP**. São Paulo, v. 1, pág. 1-29, 2009. ISSN 1413-0386.

ABREU, V. *et al.* Utilização do transporte ativo para aumento da qualidade de vida da população urbana durante a pandemia do Covid-19 à luz de abordagem bibliométrica. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção – BJPE (UFES)**, p. 139-152, 2021.

ANTONSON, H. *et al.* People and parking requirements: Residential attitudes and day-to-day consequences of a land use policy shift towards sustainable mobility. **Land Use Policy**, v. 62, p. 213–222, 2017.

APPLEYARD, D. *et al.* Livable streets. **University of California Press**, Berkeley, CA, 1981. ISBN 978-0520036895.

ARAÚJO, D. *et al.* Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 574-582, 2011.

ARAÚJO, S. Governador determina suspensão de obra na 207 Sul. **Agência Brasília**, 2017. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/06/12/governador-determina-suspensao-de-obra-na-207-sul/>>. Acesso em: 6 de setembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**, 2012.

BRASIL. Lei nº 4.545, de 10 de dezembro de 1964. Dispõe sobre a reestruturação administrativa do Distrito Federal. **Diário Oficial da União**, 1964.

BUCHMANN, A. Lúcio Costa, o inventor da cidade de Brasília: centenário de nascimento. **Thesaurus**. Brasília DF, 2002. ISBN 9788570623164.

CAMPOS, V. Uma Visão da Mobilidade Urbana Sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 28, n. 110, pág. 99-106, 2006.

CARMO, R. *et al.* Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, RJ v. 31, n. 1, p. 169-190, 2014.

CARLTON, I. Histories of Transit-Oriented Development: Perspectives on the Development of the TOD Concept. **Institute of Urban and Regional Development UC**, Berkeley, CA, 2007. Disponível em <<https://escholarship.org/uc/item/7wm9t8r6>>. Acesso em 20 de maio de 2024.

CERVERO, R. *et al.* Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research D**, v. 2, n. 3, p. 199-219, 1997.

CHAVES, C. *et al.* Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável em Teresina, Piauí. **Periódico eletrônico do Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 19, n. 6, p. 150-165, 2023.

CORRÊA, R. *et al.* A Bicicleta e as Cidades: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana. **Instituto de Energia e Meio Ambiente**, São Paulo, SP, ed. 2, 2010.

COSTA, M. Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. **Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo**, São Carlos, 2008.

COSTA, L. Relatório do Plano Piloto de Brasília, 1956. Disponível em <[http://portal.iphan.gov.br / uploads /publicacao /lucio_costa_miolo_2018_reimpressao_.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/lucio_costa_miolo_2018_reimpressao_.pdf)>. Acesso em 28 de setembro de 2024.

COSTA, L. Brasília Revisitada - Complementação, Preservação, Adensamento e Expansão Urbana. Anexo ao Decreto nº 10.829/1987, **Diário Oficial do DF**, 1987.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 1.648 de 16 de setembro de 1997, **Diário Oficial do DF**, 1997.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4.216 de 6 de outubro de 2008, **Diário Oficial do DF**, 2008.

DISTRITO FEDERAL. Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal – PDTU/DF. Lei nº 4.566, de 2011, **Diário Oficial do DF**, 2011.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 958 de 20 de dezembro de 2019, **Diário Oficial do DF**, 2019.

DISTRITO FEDERAL. Relatório Local Voluntário - Implementação da Agenda 2030 no Distrito Federal. Edição nº 1, 2024. **Governo do Distrito Federal**, 2024. Disponível em <[https://www.ods.df.gov.br / documentos /relatorio_voluntario_.pdf](https://www.ods.df.gov.br/documentos/relatorio_voluntario_.pdf)>. Acesso em 06 de maio de 2024.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 1.041 de 12 de agosto de 2024. **Diário Oficial do DF**, 2024.

DISTRITO FEDERAL. Estatuto da Cidade. Estabelecer diretrizes gerais da política urbana. Lei nº 10.257, 2001, **Diário Oficial do DF**, 2001.

EMBARQ BRASIL. DOTS cidades - Manual de Desenvolvimento Urbano Orientado ao Transporte Sustentável. 2015. Disponível em: <[https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/BibliotecaDigital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/DOTS_Cidades --Manual_de_Developolvimento_Urbano_Orientado_ao_Transporte_Sustentavel.pdf](https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/BibliotecaDigital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/DOTS_Cidades--Manual_de_Developolvimento_Urbano_Orientado_ao_Transporte_Sustentavel.pdf)>. Acesso em 19 de abril de 2024.

FELIX, R. *et al.* Modelo de avaliação de áreas urbanas para receber projetos integrados de revitalização e mobilidade sustentável. **EURE**, v. 134, p. 77-98, 2019.

FELIX, R. Avaliação de áreas urbanas baseadas no Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS). **Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade, Universidade Federal de Itajubá**, Itajubá, 2017.

FLOSS, M. *et al.* Poluição do Ar: uma revisão de escopo para recomendações clínicas para a medicina de família e comunidade. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, 2022.

GEHL, J. Cidades para Pessoas. **Perspectiva**. São Paulo, SP, 2015.

GIOVANNI, P. TCDF adia discussão e cobrança de estacionamento rotativo no DF emperra" **Correio Brasiliense**, 2023. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2023/12/6669377-tcdf-adia-discussao-e-cobranca-de-estacionamento-rotativo-no-df-emperra.html>>. Acesso em 07 de setembro de 2024.

GUIDINI, R. A caminhabilidade: medida urbana sustentável. **Revista dos Transportes Público**, n. 33, p.21-33, 2001.

HARVEY, D. Spaces of Hope. **Edinburg University Press**, Edinburg, 2000. ISBN 0-7486-1269-6.

HOLANDA, F. Brasília - proposta, presente, desejo. **Seminário de História da Cidade e do Urbanismo**, Recife, 2008.

IPEDF. Atlas do DF 2020, capítulo 3 - Histórico de Ocupação, 2020. Disponível em: <<https://www.ipe.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Atlas-do-Distrito-Federal-2020-Cap%C3%ADtulo-3.pdf>>. Acesso em 27 de julho de 2024.

IPHAN. Conjunto Urbanístico de Brasília - DF. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1271#:~:text=38%20da%20Lei%20n%C2%BA%203.751,pelo%20Iphan%2C%20no%20Distrito%20Federal>>. Acesso em 27 de julho de 2024.

IPHAN. Tombamento e intervenções. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/618/>>. Acesso em 27 de julho de 2024.

IPHAN. Superquadra de Brasília – preservando um lugar de viver, 2015. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/cartilha_unidade_vizinhanca%CC%A7a_iphan_df.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2024.

IPHAN. Retrospective statement of outstanding universal value, 2012. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declara%C3%A7%C3%A3o%20retrospectiva%20Brasilia%20RSOUV.pdf>>. Acessado em 23 de agosto de 2024.

ITDP BRASIL. Guia de Implementação de políticas e projetos de DOTS. v.1, 2017. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/12/ITDP-BR-DU-GUIADOTS-V2.3.pdf>>. Acesso em 07 de maio de 2024.

ITDP BRASIL. Padrão de Qualidade DOTS. Ed. 3, Nova York, 2017. Disponível em <<https://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/12/DU-Padiao-de-Qualidade-DOTS-2017.pdf>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2024.

ITDP. Our Cities Ourselves: Princípios of Transport in Urban Life. Nova York, 2010.

JATOBÁ, S. Densidades Urbanas nas Regiões Administrativas do Distrito Federal. **Texto para discussão nº 22, CODEPLAN**, 2017. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD_22_Densidades_Urbanas_nas_Regi%C3%B5es_Administrativas_DF.pdf>. Acessado em 31 de agosto 2024.

KNEIB, E. *et al.* Caracterização da acessibilidade e suas relações com a mobilidade e o desenvolvimento. **Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**, p. 65-88, 2017.

KODRANSKY, M. Estacionamentos os novos vilões da mobilidade urbana. **Revista Exame**. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/estacionamentos-os-novos-viloes-da-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 07 de setembro de 2024.

LEITE, C. *et al.* Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. **Bookman**, Porto Alegre, RS, 2012.

MACHADO, L. *et al.* Proposta de índice de mobilidade sustentável: metodologia e aplicabilidade. **Cadernos Metrôpole**, v. 14, n. 28, p. 529–552, 2012.

MAGAGNIN, R. Um Sistema de Suporte à decisão na Internet para o Planejamento da Mobilidade Urbana. **Tese de Doutorado: Universidade de São Paulo**, São Carlos, SP, 2008.

MAGAGNIN, R. Cidades Sustentáveis: O planejamento da infraestrutura urbana para a circulação de ciclistas. **Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Contexto Contemporâneo e Desafios**. ed 1. v. 1, p. 23-36. São Paulo, SP, 2011.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. **Revista da ANPEGE**, v. 7 n. 1, p. 111-118, 2011.

MONTEIRO, F. *et al.* A proposal of indicators for evaluation of the urban space for pedestrian and cyclist in access to mass transit station. **Procedia Social Behavioral Sciences**. v. 54, p. 637-645, 2012.

MOTA, S. Urbanização e meio ambiente. **ABES**, Rio de Janeiro, RJ, p. 352-352, 1999.

NTU. Boas práticas para a nova mobilidade urbana. **Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635110576376336907.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2024.

NUNES, M. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v.08, n. 01, p.27-46, 2018.

OJIMA, R. Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 277- 300, 2007.

PIETRANTONIO, H. *et al.* Integração entre Políticas de Uso do Solo e Transportes: Dificuldades e Necessidades. **X ANPET**, Brasília, DF, 1996.

PPCUB 2024. Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília. Lei Complementar do Distrito Federal nº 1041 de 12 de agosto, 2024. **Diário Oficial do Distrito Federal**, 2024.

REIS, A. Forma urbana tradicional e modernista: uma reflexão sobre o uso e estática dos espaços urbanos. **UFRGS**, 2014.

SAGARIS, L. *et al.* Evaluating how cycle-bus integration could contribute to sustainable transport. **Research in Transportation Economics**, v. 59, issue C, p. 218-227, 2016.

SAMPAIO, C. Viva W3, boas práticas de avaliação de requalificação urbana do Distrito Federal. **Estudo IPEDF**, 2022.

SANTOS, L. *et al.* Espaços públicos e qualidade de vida nas cidades: uma análise do Plano Diretor de ordenamento territorial de Teresina (PDOT). **Revista Equador, UFPI**, v. 10, n. 3, p. 103-123, 2021.

SEGOV. Quadras da W3 Sul ganham novas calçadas, **site da Secretaria de Estado de Governo do Distrito Federal**, 2022. Disponível em: <<https://segov.df.gov.br/quadras-700-da-w3-sul-ganham-novas-calcadas/>>. Acesso em 29 de agosto de 2024.

SEMOB. Perguntas frequent3es da SEMOB. **site da Secretaria de Transporte e Mobilidade**, 2024. Disponível em: <<https://www.semob.df.gov.br/perguntas-frequentes-da-semob/>>. Acesso em: 06 de setembro de 2024.

SERAPHIM, A. Ocupa a W3 Sul – Um estudo para a reabilitação da Avenida. **Texto para Discussão nº 42, CODEPLAN**, 2018. ISSN 2446-7502.

SILVA, E. Meio Ambiente & Mobilidade Urbana. **Ed. Senac**, São Paulo, 2019.

O PAPEL MÚLTIPLO DOS PARQUES ECOLÓGICOS: PARQUE ECOLÓGICO DO GAMA- DF

Erida Machado Barbosa de Pina
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Jacqueline Roberta Tamashiro
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Fabio Friol Guedes de Paiva
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)
Centro Universitário de Várzea Grande

Angela Kinoshita
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Apresentar conceitos ligados a Parques Ecológicos, caracterizar o Parque Ecológico do Gama (DF) e discutir como os parques urbanos são importantes aliados na promoção da qualidade de vida e do bem-estar da população, oferecendo contato com a natureza, oportunidades de lazer, prática de atividades físicas e interação social. **Métodos:** Foi realizada vasta busca na literatura recente sobre o tema, usando as palavras chaves Parque Ecológico do Gama, qualidade de vida, parque urbano, funções sociais dos parques, desenvolvimento urbano, sustentabilidade, usando as plataformas Scielo, Google Acadêmico, algumas publicações de Brasília e do Cerrado, banco de dados do Governo do Distrito Federal. **Resultados:** Foram encontrados os benefícios da prática de atividades físicas, do contato com a natureza e da interação social, especificamente, no DF, o Parque Ecológico do Gama amplia sua importância como parque urbano, por ser uma Unidade de Conservação que abriga ecossistemas vitais e espécies ameaçadas de extinção, contribuindo para a preservação da biodiversidade local. **Conclusão:** O Parque Ecológico do Gama desempenha um papel fundamental na promoção de benefícios ambientais, qualidade de vida, lazer e bem-estar para a comunidade local.

Palavras-chave: parque ecológico; parque urbano; área verde; gestão urbana.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, com o crescimento acelerado das cidades, tem criado uma desconexão cada vez maior entre as pessoas e a natureza. Diante disso, a proteção de áreas verdes dentro das cidades se tornou um tema crucial nas discussões sobre como garantir uma vida saudável e sustentável para a população. Os parques urbanos, nesse sentido, se destacam como ferramentas importantes para promover a saúde física e mental, além de serem fundamentais para a conservação da biodiversidade local.

Na Região Administrativa do Gama, o Parque Ecológico do Gama se destaca como um exemplo concreto da importância de áreas verdes para a comunidade e o meio ambiente. Oficialmente reconhecido como Unidade de Conservação em 2019, mas valorizado pela população desde os anos 90, o parque abriga ecossistemas vitais, como campos de Murundu, áreas de buritis e espécies em extinção. Além de sua relevância ambiental, o parque oferece infraestrutura de recreação, quadras esportivas e alguns espaços para crianças, atendendo parcialmente às necessidades da população local (Governo do Distrito Federal, 2022).

A presença de espaços verdes, como o Parque Ecológico do Gama, não apenas promove benefícios ambientais, como também tem um impacto direto na saúde e na qualidade de vida da população. Estudos demonstram que a proximidade com a natureza reduz os níveis de estresse, melhora a percepção de bem-estar e até diminui a mortalidade (Maas *et al.*, 2009). De fato, a conservação e ampliação de áreas verdes são componentes centrais de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável das cidades.

No entanto, a falta de infraestrutura adequada no parque, como por exemplo, a ausência de cercamento e iluminação pública, representa desafios consideráveis para a segurança dos visitantes e para o pleno aproveitamento do espaço. Além disso, a integração de políticas ambientais com o planejamento urbano é essencial para garantir que o crescimento das cidades ocorra de maneira harmoniosa com a preservação de áreas naturais. Nesse sentido, instrumentos como o Plano Diretor e o Plano de Manejo surgem como fundamentais para a gestão eficaz de recursos e para o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental.

A falta de espaços verdes nos centros urbanos desencadeia uma série de prejuízos ao ecossistema, como a diminuição da variedade de espécies, mudanças no clima local e aumento da poluição sonora e do ar. Esses problemas ambientais, por sua vez, impactam diretamente a saúde e o bem-estar da população. De acordo com Castro, 2019 a ausência de um planejamento urbano que incorpore a preservação e criação de áreas verdes pode agravar essa situação, reforçando a urgência de políticas que equilibrem o desenvolvimento das cidades com a proteção do meio ambiente.

Especificamente no caso do Parque Ecológico do Gama, o Plano de Manejo, como principal instrumento de gestão, visa garantir que a ação humana na área do parque, ocorra de forma sustentável, sem comprometer os ecossistemas locais. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Governo do Distrito Federal, 2022), o parque possui 51,49 hectares, sendo uma das poucas áreas na Região Administrativa do Gama destinadas ao lazer e à prática de esportes ao ar livre. A preservação de suas características naturais, como as nascentes difusas e as plantas nativas, é crucial para manter o equilíbrio ecológico da região.

A utilização dos parques urbanos não depende apenas da infraestrutura oferecida, mas também de fatores individuais, como idade, hábitos de exercício e aspectos socioeconômicos e culturais dos frequentadores (Xavier, 2016). Por isso, é fundamental entender as necessidades e preferências da população local para promover um uso mais ativo e inclusivo desses espaços.

Este capítulo aborda essas importantes temáticas diretamente associadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e ODS 11(Cidades e Comunidades Sustentáveis).

MÉTODOS

A fim de construir uma base sólida para a pesquisa sobre o Parque Ecológico do Gama, realizamos uma revisão da literatura de forma estruturada. Essa abordagem nos permitiu mapear o estado atual do tema, identificando avanços, lacunas e tendências relevantes.

Primeiramente, definiu-se o tema “Parques Ecológicos e Parque Ecológico do Gama e suas múltiplas funções” e os objetivos de pesquisa que, orientaram

a construção da revisão. Esses elementos direcionaram a seleção e análise dos estudos, conferindo coerência à revisão.

A busca por estudos relevantes foi conduzida nas principais bases de dados científicas (SciELO, Google Acadêmico) e em fontes acadêmicas de referência, incluindo teses, dissertações, livros e revisões prévias sobre o tema. Foram usadas as palavras chaves: Parque Ecológico do Gama, qualidade de vida, parque urbano, funções sociais dos parques, desenvolvimento urbano, sustentabilidade. A seleção de material pautou nos estudos com potencial para enriquecer o entendimento do tópico, para explorar múltiplas perspectivas e incluir abordagens variadas, ampliando a capacidade de análise crítica.

Após a coleta dos estudos, procedeu-se à análise e síntese de conteúdo. Cada estudo foi cuidadosamente examinado, com foco na identificação de informações-chave e sua relação com as perguntas de pesquisa. Em seguida, os resultados foram organizados em temas ou subtemas, estabelecendo uma narrativa coesa e contínua.

Os achados foram integrados em tópicos e discutidos com o objetivo de oferecer uma visão contextualizada e crítica da literatura, permitindo a proposição de direções para futuras pesquisas.

Concluindo, os principais pontos foram sintetizados e discutidos com foco nas implicações dos achados para a área de estudo.

RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos um resumo dos principais pontos encontrados na literatura sobre o tema da pesquisa, de acordo com as áreas temáticas que foram identificados durante a análise dos textos.

O papel múltiplo dos parques ecológicos: funções sociais, saúde, bem-estar e sustentabilidade

Neste tópico estão apresentados os conceitos-chave relacionados a parques urbanos, unidades de conservação, lazer, saúde, bem-estar, educação ambiental e participação social, a fim de construir um referencial sólido. O objetivo

é apresentar o conceito de parques urbanos e sua evolução histórica dentro dos temas abordados e os seguintes conceitos-chave (Andrade, 2012):

- **Parques urbanos:** áreas verdes de uso público, destinadas ao lazer, recreação, contato com a natureza e prática de atividades culturais, físicas e esportivas.
- **Qualidade de vida:** conceito multidimensional que engloba aspectos como saúde física e mental, bem-estar social, acesso a serviços básicos, segurança, entre outros.
- **Desenvolvimento sustentável:** modelo de desenvolvimento que busca atender às necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades, equilibrando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.
- **Funções sociais dos parques:** benefícios que os parques proporcionam à sociedade, como promoção da saúde, lazer, educação ambiental, interação social, valorização imobiliária, entre outros.

Além disso, revisão da literatura existente, propõe identificar as principais lacunas de conhecimento que a presente pesquisa preenche. Foram discutidos os modelos teóricos e as metodologias empregadas em estudos anteriores, buscando estabelecer um diálogo com a pesquisa em questão e situá-la no contexto do conhecimento já produzido sobre o tema.

Parques Urbanos: Da Paisagem à Qualidade de Vida

Andrade, 2012, afirma que o modelo de jardim e parque inglês vigorou até o início do século XX, inspirando praticamente todos os parques da época, não só no Brasil, mas na América do Sul e, inclusive, na América do Norte (Park Movement). Desenvolvido nos Estados Unidos, sua principal figura foi Frederick Law Olmsted, responsável pela inserção de parques na estrutura urbana através da utilização do seu potencial paisagístico. Na luta pela valorização dos parques públicos, projetou diversos parques nos Estados Unidos de 1851 a 1895. Seu trabalho mais reverenciado, até hoje, é o Central Park em Nova York (Figura 1).

Figura 1 - Central Park, Nova York: Um marco na história dos parques urbanos.



Fonte: Autor Desconhecido está licenciado em CC BY-SA.

Em 1858, os paisagistas Olmsted e Calvert Vaux venceram a concorrência para conceber um jardim nas terras do centro de Nova York, parcialmente alagadas e onde encontravam-se uma pedreira, fazendas de porcos e barracos de posseiros da antiga Manhattan: o Central Park. O Central Park não só permitia o reencontro coletivo na utilização do tempo livre em atividades modernas (lazer ativo e passivo), mas também impulsionava a requalificação urbana, ao promover a supervalorização dos terrenos em seu entorno (Andrade, 2012).

Amazonas, 2010, aponta que a criação dos primeiros parques foi impulsionada por dois fatores principais: a abertura dos jardins dos palácios ingleses ao público e a percepção, por parte de empreendimentos imobiliários públicos e privados, de que a criação de parques poderia ser um bom investimento.

A pesquisa em questão ressalta que os parques urbanos, além de seus benefícios diretos para a qualidade de vida, também exercem um impacto positivo nos setores residenciais e comerciais do entorno. A grande afluência de pessoas aos parques aumenta a visibilidade e o interesse pela região. A percepção de que a proximidade a um parque agrega valor aos imóveis residenciais é corroborada por outros estudos, como o de Librett *et al.* (2007), que afirmam que a presença de áreas verdes bem cuidadas e acessíveis é um atrativo para potenciais compradores e inquilinos, elevando a demanda e o valor de mercado dos imóveis, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas.

Os parques possuem duas perspectivas no que tange à conservação do meio ambiente. A primeira é a real, uma vez que os parques mantêm os bens naturais de um local, e a segunda é a potencial, pois os parques ajudam manter a saúde física e mental da população além do bem-estar (Ribeiro, 2004). No período histórico atual, e várias cidades do Brasil e do Mundo, qualquer objeto associado a uma ideia de natureza torna-se sinônimo de qualidade de vida e transforma-se em valor econômico, aumentando os preços dos apartamentos, casas, condomínios e edifícios (Henrique, 2006).

De acordo com Oliveira e Bitar, 2009, as cidades brasileiras estão passando por um período de acentuada urbanização, fato este que reflete negativamente na qualidade de vida de seus moradores.

A ampliação das “áreas verdes” urbanas torna-se essencial, não apenas em face das funções ecológicas e ambientais que tendem a exercer, em razão da importância de conservação da biodiversidade, mas também em vista da perspectiva de criação de espaços voltados para o lazer ao ar livre dos habitantes, como é o caso dos parques urbanos (Oliveira e Bitar, 2009).

Por fim, a proximidade a um parque também pode ser um indicativo de que o bairro é bem planejado e possui boa infraestrutura, com serviços e comércio próximos. Essa percepção de qualidade de vida e conveniência também contribui para a valorização dos imóveis na região. No Brasil a presença de praças e lagos vem de longa data, remontando aos primeiros séculos da colonização. Sobre esses espaços recaíam as atenções principais dos administradores, pois constituíam pontos de atenção e focalização urbanística, localizando-se ao redor da arquitetura de maior apuro (Reis Filho, 1968).

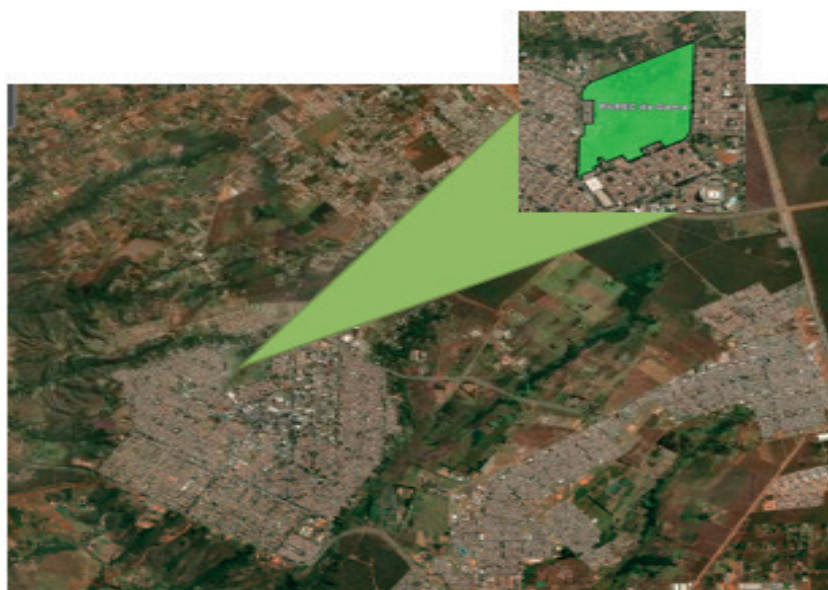
Parque Ecológico Do Gama

O Parque Ecológico do Gama, foi instituído pelo Decreto nº 40.316, de 16/12/2019 (Governo do Distrito Federal, 2019a), e está situado na Região Administrativa do Gama, Brasília – Distrito Federal. A área, era anteriormente conhecido pelo nome de Parque Urbano e Vivencial do Gama, foi criado por meio da Lei nº 1.959, de 06 de junho de 1998, objeto da Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 18.193, de 20 de agosto de 2008 - ADI 20080020118193-2008 (Governo do Distrito Federal, 1988). A área do Parque Ecológico do Gama, de acordo com o

site GeoPortal(Governo do Distrito Federal, 2024) possui 51,49 hectares e configura-se, atualmente, como um dos poucos lugares disponíveis para a prática de lazer e esportes na Região Administrativa. O Parque funciona diariamente das 06h às 22h. A falta de melhor infraestrutura, contribui para vários transtornos aos frequentadores do parque principalmente os relacionados à segurança.

A Figura 2, mostra área de situação do parque Ecológico, dentro da extensão da Região Administrativa do Gama no Distrito Federal, e a Figura 3, mostra Brasília-DF, em relação ao Parque.

Figura 2 - Área de situação do Parque Ecológico do Gama.



Fonte: Site GEOPORTAL(Governo do Distrito Federal, 2024) - DF.

Localizado a 30 km da Capital do Brasil, Brasília (Plano Piloto), o Parque Ecológico do Gama, já é reconhecido pela população Gamense, que o utiliza como espaço para lazer, prática de exercícios físicos e contato com o ambiente natural (Figura 3).

Figura 3 - Distância entre Brasília e Gama.



Fonte: Site GEOPORTAL-DF(Governo do Distrito Federal, 2024).

É fundamental, portanto, reconhecer e fortalecer o papel social do Parque Ecológico do Gama, especialmente como espaço de preservação ambiental. Para isso, é preciso ampliar as possibilidades de uso do parque, consolidando seu perfil educativo, social e cultural, e reforçando sua importância como Unidade de Conservação Sustentável.

O Parque verde do Gama, também conhecido como Parque Urbano Vivencial, possui em seu artigo 3º inciso VI, espécies em extinção que devem ser preservadas, como os campos de murundus, ação de preservação para a espécie *Mimosa Heringeri*, sendo, portanto, uma área rica em diversidade de fauna e flora(Governo do Distrito Federal, 2019b).A Figura 4, que mostra a foto aérea, de uma visão geral do Parque Ecológico do Gama, destacando sua localização em meio à área urbana. A vegetação densa e predominantemente verde indica a presença de áreas preservadas, incluindo os campos de murundus.

A presença dessa vegetação nativa, incluindo os campos de murundus, contribui para a função social do parque como espaço de educação ambiental e contato com a natureza, além de oferecer habitat para a fauna local e regular o microclima da região.

Figura 4 - Vista aérea do Parque Ecológico com destaque para a vegetação de Murundu.



Fonte: Site GEOPORTAL(Governo do Distrito Federal, 2024), imagens de 2015.

O Parque Ecológico é um esconderijo em meio a cidade, e nele temos uma flora com espécies de árvores do cerrado brasileiro.

A figura 05, destaca a delicada beleza da *Mimosa heringeri*, uma espécie vegetal ameaçada de extinção que encontra refúgio no Parque Ecológico do Gama. A *Mimosa heringeri* é um testemunho da rica biodiversidade do Cerrado e um símbolo da importância da preservação de áreas verdes como o Parque Ecológico do Gama, que desempenham um papel vital na proteção de espécies ameaçadas e na manutenção do equilíbrio ecológico da região.

Figura 5 - *Mimosa*.



Fonte: (Hunt, 2006)

O histórico do crescimento urbano e das ocupações em Brasília, nos mostra que há uma forte tendência de supressão da vegetação em detrimento à construção de novas edificações. Entretanto é preciso destacar que houve algumas iniciativas importantes no sentido da construção e conservação de espaços verdes e áreas verdes no Gama. Dentre elas cita-se a criação do Parque Ecológico do Gama em 2019, atualmente geridos pelo IBRAM (Governo do Distrito Federal, 2019b), que administra em torno de 70 parques urbanos.

Pensado inicialmente em ser o setor residencial e comercial, uma vez que, não tinha uma legislação vigente, o Parque Ecológico do Gama – PAREC, foi criado devido à grande interação da comunidade com o local. Sancho-Pivoto e Raimundo, 2022, definem parque urbano como um espaço público de recreação em massa, com capacidade de incorporar objetivos de conservação e estrutura morfológica independente do entorno. A presença de vegetação arbórea é fundamental, pois a massa vegetal e seus efeitos positivos no ambiente urbano distinguem o parque de outras áreas verdes, como praças e jardins.

As Figuras 6 e 7, ilustram a notável transformação da área que hoje abriga o Parque Ecológico do Gama. A Figura 6, retrata o projeto original de urbanização, com a implantação de lotes destinados a fins residenciais e comerciais, evidenciando a pressão da expansão urbana sobre os espaços naturais. Em contraste, a Figura 7 revela a concretização de uma visão alternativa, onde a área foi convertida em um parque ecológico, priorizando a preservação ambiental e a criação de um espaço de lazer e bem-estar para a comunidade.

Figura 6 - Ocupação urbana planejada antes da criação do parque.



Fonte: Site GEOPORTAL-DF(Governo do Distrito Federal, 2024).

Figura 7 - Parque Ecológico do Gama substituindo o projeto de loteamento - Área transformada em espaço verde de uso público.



Fonte: Site GEOPORTAL-DF.

Essa transformação materializa a importância da discussão central deste capítulo, que busca analisar as funções sociais de um parque urbano e sua contribuição para a qualidade de vida da população, em um contexto de crescente urbanização e necessidade de áreas verdes. Além de seu papel crucial na preservação ambiental, a criação de um parque urbano, como o Parque Ecológico do Gama, representa um investimento significativo na qualidade de vida e no

bem-estar da população. Ao oferecer um espaço de lazer e recreação acessível a todos, o parque estimula a prática de atividades físicas, o contato com a natureza e a interação social, aspectos fundamentais para uma vida saudável e equilibrada, como apontado por Bedimo-Rung, Mowen e Cohen (2005).

Em análise, a proximidade a um parque urbano, agrega valor ao imóvel por oferecer aos moradores uma série de benefícios tangíveis e intangíveis, como maior qualidade de vida, segurança, tranquilidade e conveniência. Esses benefícios são altamente valorizados pelos compradores, que estão dispostos a pagar mais por um imóvel que ofereça tais vantagens, resultando em uma valorização imobiliária significativa.

A decisão de priorizar a preservação ambiental e o bem-estar da comunidade, em detrimento da expansão urbana desenfreada, demonstra uma compreensão da necessidade de integrar a natureza ao tecido urbano. Essa mudança de paradigma se alinha à crescente preocupação com os impactos da urbanização na saúde e na qualidade de vida, evidenciada por estudos como o de Branas *et al.* (2011), que comprovam os benefícios da vegetação para além da estética, impactando positivamente a saúde e a segurança da população. A criação do Parque Ecológico do Gama, nesse sentido, representa um passo importante na busca por um modelo de desenvolvimento urbano mais sustentável e humano, que reconhece o valor dos espaços verdes para o bem-estar físico e mental da comunidade, além de promover a saúde e o bem-estar da população, também contribui para o desenvolvimento econômico da região.

DISCUSSÃO

Os parques ecológicos, como o Parque Ecológico do Gama, desempenham um papel crucial na promoção da qualidade de vida urbana, oferecendo espaços de lazer, recreação e contato com a natureza, elementos essenciais para uma vida saudável e equilibrada. Esses espaços verdes se mostram ainda mais importantes em grandes metrópoles, onde a escassez de áreas verdes e o ritmo acelerado da vida urbana podem impactar negativamente a saúde e o bem-estar da população.

Além dos benefícios para a saúde e o lazer, os parques ecológicos também desempenham importantes funções ambientais e sociais. Eles contribuem para a regulação do microclima, a preservação da fauna e da flora e a manutenção do

equilíbrio ecológico, como destaca Szeremeta e Zannin (2013). Além disso, a presença desses espaços verdes influencia positivamente a realização de atividades físicas e de lazer ao ar livre, promovendo um estilo de vida mais ativo e saudável, especialmente em um contexto de crescente sedentarismo na população adulta e idosa, como apontado por Xavier, 2016.

Os parques ecológicos, urbanos e verdes colaboram sobremaneira para o combate ao sedentarismo que é reconhecido como problema de saúde pública no Brasil. O Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) em pesquisa divulgada em dezembro de 2014 menciona que 46% da população com idade superior a 18 anos encontra-se sedentária. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, o percentual de pessoas que realiza a prática de atividades físicas no lazer diminui consideravelmente de acordo com a idade. De 18 a 24 anos, a proporção é de 35%. Essas taxas caem para 25% (de 25 a 39 anos), 18% (de 40 a 59 anos) e 13% (de 60 anos ou mais) (Xavier, 2016).

Os parques ecológicos também se destacam por seu caráter democrático, proporcionando acesso a todos e se tornando valiosos espaços de sociabilidade urbana. Bargas, 2010 ressalta a multifuncionalidade das áreas verdes, enfatizando que suas funções devem ser inter-relacionadas e adaptadas ao contexto urbano. A relação entre os parques e a saúde mental também é fundamental. Estudos demonstram que o contato com a natureza e a prática de atividades ao ar livre contribuem para a redução do estresse, a melhora da autoestima e a sensação de bem-estar, elementos chave para a saúde mental, corroborando a hipótese da biofilia, que sugere uma ligação inata do ser humano com a natureza (Nogueira, 2023; OMS, 2020; Scorsolini-Comin, 2015).

De Sousa *et al.* (2015) reforça essa perspectiva, destacando que parques verdes urbanos, como o Parque Ecológico do Gama, desempenham um papel crucial na promoção do bem-estar físico e mental da população, oferecendo um refúgio de natureza em meio ao concreto e ao asfalto. Os parques ecológicos, também desempenham um papel educativo fundamental. O convívio com espaços de conservação ambiental e as atividades ao ar livre proporcionam uma educação ambiental acessível a toda a população, complementando a educação formal (Antunes, 2022).

A necessidade de estudos como este, que investigam o uso e as funções sociais de parques urbanos, é evidente. Compreender os fatores que influenciam a ocupação desses espaços e suas relações com as necessidades da comunidade é crucial para potencializar seu uso e promover a qualidade de vida. A pesquisa sobre o Parque Ecológico do Gama, evidencia a importância de considerar tanto os atributos do local quanto as preferências individuais dos frequentadores para promover um estilo de vida ativo e saudável (Bedimo-Rung, Mowen e Cohen, 2005; Cohen, Meister e De Zapien, 2004). Desta forma, parques ecológicos, como o Parque Ecológico do Gama, desempenham um papel multifacetado e essencial na sociedade, promovendo a saúde física e mental, o lazer, a educação ambiental, a inclusão social e a conservação da biodiversidade. A compreensão dessas funções e a busca por um uso mais inclusivo e diversificado desses espaços são fundamentais para a construção de cidades mais sustentáveis, saudáveis e com melhor qualidade de vida para todos.

CONCLUSÃO

A crescente urbanização, e a busca por melhor qualidade de vida, têm colocado os parques urbanos em posição de destaque no planejamento das cidades. O presente estudo, ao investigar as funções sociais de Parques Ecológicos, reforçou a importância desses espaços verdes como promotores de saúde, bem-estar, lazer e interação social.

O Parque Ecológico do Gama, inaugurado em 2019, consolidou-se como um espaço vital para a comunidade da Região Administrativa do Gama, oferecendo um refúgio verde, em meio ao crescimento urbano e cumprindo importantes funções sociais. O contato com a natureza, a prática de atividades físicas e os momentos de convívio proporcionados pelo parque, contribuem significativamente para a qualidade de vida da população, reduzindo o estresse, aumentando a sensação de bem-estar e fortalecendo os laços comunitários.

A presença do parque, também destaca a importância da conservação ambiental e da educação ambiental. Ao proteger a biodiversidade local, com espécies nativas e ameaçadas de extinção, o parque serve como um espaço de aprendizado e conexão com a natureza, despertando a consciência ambiental e o respeito pelo meio ambiente. Além disso, o parque contribui para a valorização

da paisagem e do patrimônio natural da região, tornando-se um símbolo da identidade local e um espaço de contemplação e beleza.

Em síntese, a pesquisa realizada reforça o papel crucial dos parques urbanos na promoção da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável das cidades. Investir na melhoria e na promoção do Parque Ecológico do Gama é investir na qualidade de vida da população gamense, na conservação do meio ambiente e na construção de uma cidade mais sustentável e harmoniosa.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. G. B. Atividade física em crianças: promovendo a saúde do adulto. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 3, n. 1, p. 5–6, mar. 2003.
- AMAZONAS, L. V. F. Métodos de preços hedônicos e a valoração de áreas verdes urbanas: Parque Vaca Brava em Goiânia-Goiás. Universidade de Brasília, 2010.
- ANDRADE, I. E.-J. A idealização do espaço verde urbano moderno. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 17, n. 20, 3 maio 2012.
- ANTUNES, P. B. Direito Ambiental. 6. ed. Rio de Janeiro: Lúmen Jurus, 2022.
- BARGOS, D. C. **Mapeamento e Análise das Áreas Verdes Urbanas como Indicador da Qualidade Ambiental Urbana**: estudo de caso de Paulínia-SP. Dissertação (Geografia), 2010.
- BEDIMO-RUNG, A. L.; MOWEN, A. J.; COHEN, D. A. The significance of parks to physical activity and public health. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 159–168, fev. 2005.
- BLAIR, S. N. *et al.* Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. **JAMA**, v. 273, n. 14, p. 1093–8, 12 abr. 1995.
- BLAIR, S. N.; CONNELLY, J. C. How Much Physical Activity Should We Do? The Case for Moderate Amounts and intensities of Physical Activity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 67, n. 2, p. 193–205, jun. 1996.
- BRANAS, C. C. *et al.* A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. **American journal of epidemiology**, v. 174, n. 11, p. 1296–306, 1 dez. 2011.
- CASTRO, P. F. DE. Zona de amortecimento do Parque Nacional da Tijuca, conflitos e ausência de planejamento integrado. Brasília: ENAP, 13 jun. 2019.
- COHEN, S. J.; MEISTER, J. S.; DEZAPIEN, J. G. Special Action Groups for Policy Change and Infrastructure Support to Foster Healthier Communities on the Arizona-Mexico Border. **Public Health Reports**, v. 119, n. 1, p. 40–47, 1 jan. 2004.
- CORRÊA, R. Por que alfabetização ecológica? DVD Alfabetização Ecológica: ABCERRADO Universidade de Brasília. Disponível em < <https://museucerrado.com.br/educacao/alfabetizacao-ecologica-abcerrado/#:~:text=Com%20isso%2C%20o%20dvd%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o,Cerrado%20e%20sensibilizar%20a%20todos>> acesso em 28/10/2024.

DÍAZ, D. P. Os parques públicos como promotores de saúde: o caso do Parque Ibirapuera. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), 2005.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. LEI N° 1.959, DE 08 DE JUNHO DE 1998/1998, 1988. Disponível em: <https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/49918/Lei_1959_08_06_1998.html>. Acesso em: 18 set. 2024

_____. DECRETO No 40.316, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2019<https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/79d85052d5fc4e0d85d837782c5ac282/Decreto_40316_16_12_2019.html>, 2019a.

_____. BRASILIA AMBIENTAL - IBRAM. Disponível em: <<https://www.ibram.df.gov.br/parques-sob-gestao-do-ibram/>>. Acesso em: 18 set. 2024b.

_____. Brasília Ambiental - IBRAM. Disponível em: <www.ibram.df.gov.br/>. Acesso em: 18 set. 2024.

_____. GeoPortal DF. Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: 18 set. 2024.

HENRIQUE, W. A cidade e a natureza: a apropriação, a valorização e a sofisticação da natureza nos empreendimentos imobiliários de alto padrão em são paulo. **GEOUSP: Espaço e Tempo** (Online), n. 20, p. 65, 30 abr. 2006.

HUNT, E. Mimosa pudica. Licença CC BY-SA 4.0. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mimosa>> acesso em 28/10/2024.

LIBRETT, J. *et al.* An Introduction to Parks, Recreation, and Public Health: Collaborative Frameworks for Promoting Physical Activity. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 4, n. s1, p. S1–S13, jan. 2007.

MAAS, J. *et al.* Morbidity is related to a green living environment. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 63, n. 12, p. 967–973, 1 dez. 2009.

MCPHERSON, E. G. Benefits and Costs of Tree Planting and Care in Chicago. *Em: Air pollution removal by Chicago's urban forest. Radnor, Pennsylvania: Northeastern Forest Experiment Station, 1994. p. 124–142.*

NOGUEIRA, Z. R. **A relação pessoa-ambiente**: a prática de exercícios e atividades físicas para saúde mental. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional), 2023.

OLIVEIRA, P. T. S. B. DE; BITAR, O. Y. Indicadores ambientais para o monitoramento de parques urbanos. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 4, n. 2, 2009.

OMS. Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário: num piscar de olhos. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2020.

PUCCI, G. C. M. F. *et al.* Associação entre atividade física e qualidade de vida em adultos. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, p. 166–179, fev. 2012.

REIS FILHO, N. G. Contribuição ao estudo da evolução urbana no Brasil: 1500-1720 (1968). São Paulo: Pinea/EDUSP, 1968.

RIBEIRO, M. E. J. Goiânia : Os Planos, A Cidade E O Sistema De Áreas Verdes. 1. ed. Goiânia: Universidade Católica De Goiás, 2004.

ROPKE, L. M. *et al.* Efeito da atividade física na qualidade do sono e qualidade de vida: revisão sistematizada. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 6, n. 12, 29 jan. 2018.

SANCHO-PIVOTO, A.; RAIMUNDO, S. As contribuições da visitação em parques para a saúde e bem-estar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 16, p. 2546, 25 abr. 2022.

SCORSOLINI-COMIN, F. Aconselhamento Psicológico: Aplicações Em Gestão De Carreiras, Educação E Saúde. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SILVA, M. F. DA *et al.* Relação entre os níveis de atividade física e qualidade de vida de idosos sedentários e fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 15, n. 4, p. 634–642, dez. 2012.

SILVA, R. S. *et al.* Atividade física e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 115–120, jan. 2010.

SOUSA, A. D. L. *et al.* Parque Verde Urbano como Espaço de Desenvolvimento Psicossocial e Sensibilização Socioambiental. **Psico**, v. 46, n. 3, p. 301, 24 ago. 2015.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **RAEGA**, v. 29, p. 177–193, 2013.

THOMAZ, P. M. D. *et al.* Fatores associados à atividade física em adultos, Brasília, DF. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 5, p. 894–900, out. 2010.

WOO, E.; SHARPS, M. J. COGNITIVE AGING AND PHYSICAL EXERCISE. **Educational Gerontology**, v. 29, n. 4, p. 327–337, abr. 2003.

XAVIER, F. B. Qualidade Urbana Ambiental e Prática de Atividades Físicas: Um Estudo Sobre o Parque do Povo de Presidente Prudente SP. Universidade do Oeste Paulista, 2016.

PERCEPÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

Bruno Cesar Rabelo Rodrigues
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Flávio Pereira Madriles
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Thaís Silva de Sousa
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Marcelo Rodrigo Alves
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Paulo Antonio da Silva
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Renata Calciolari Rossi
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Paula Alves Favareto
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este trabalho discute as contribuições dos estudos de percepção ambiental nos últimos 10 anos, com foco na população usuária ou local de Unidades de Conservação (UC) no Brasil, e busca compreender como essas áreas influenciam as comunidades ao seu redor. **Métodos:** Foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio de uma revisão bibliográfica de artigos científicos publicados entre 2014 e 2023, utilizando as bases de dados CAPES/MEC e SciELO. Foram selecionados e analisados 19 artigos que tratam da percepção ambiental em diferentes Unidades de Conservação brasileiras. **Resultados:** Os resultados mostram que a maioria dos indivíduos reconhece a importância das UCs para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. No entanto, observou-se uma conscientização limitada sobre as áreas protegidas e alguns conflitos de interesse, especialmente nas Unidades de Uso Sustentável, onde as atividades humanas são permitidas. **Conclusão:** O estudo destaca a importância de promover uma gestão participativa e maior conscientização ambiental entre as comunidades locais para fortalecer a conservação e o uso sustentável das Unidades de Conservação no Brasil.

Palavras-chave: biodiversidade; participação comunitária; serviços ecossistêmicos; educação ambiental; gestão participativa.

INTRODUÇÃO

A percepção ambiental, que diz respeito à maneira como as pessoas entendem e interagem com o meio ambiente, é fundamental para a eficácia das políticas de conservação. De acordo com Del Rio e Oliveira (1999), a percepção ambiental está diretamente relacionada ao processo de aquisição de conhecimento, influenciando atitudes e comportamentos voltados à conservação. Fatores como educação, crenças pessoais e valores culturais desempenham um papel decisivo na formação dessa percepção (Okamoto, 2002).

Segundo Del Rio e Oliveira (1999), embora os estudos de percepção ambiental ainda sejam predominantemente abordados no campo da psicologia, eles têm se expandido para outras áreas, como arquitetura, urbanismo e geografia, considerando tanto a percepção quanto o comportamento humano. Embora as ciências naturais frequentemente tratem dos aspectos físicos dos problemas ambientais, essas questões tornaram-se uma preocupação social, com o entendimento de que a proteção ambiental está intrinsecamente ligada à relação do ser humano com a natureza. Nesse contexto, os estudos de percepção ambiental têm sido desenvolvidos para aprofundar a compreensão dessa relação e promover sua melhoria.

Pérez *et al.* (2006, p. 7) afirmam que a percepção ambiental “é um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente, que ocorre por meio de mecanismos perceptivos e, principalmente, cognitivos”, sendo fruto da acumulação histórica, cultural e social. Concordando com essa visão, Dorigo e Ferreira (2015, p. 34) destacam que a percepção ambiental envolve “atitudes, motivações e valores que influenciam os diferentes grupos sociais ao definir o meio ambiente percebido”, o que não apenas afeta o conhecimento desses grupos, mas também o seu comportamento dentro desse ambiente.

O meio ambiente é considerado um direito fundamental de todos, pois preserva os atributos essenciais da dignidade humana, incluindo um ambiente ecologicamente equilibrado (Diniz, 2010). Tonani (2011) reforça que é dever de cada cidadão cuidar dos recursos ambientais, vitais para a manutenção da vida e de uso comum. Assim, a responsabilidade de defender e preservar o meio ambiente para as gerações atuais e futuras é de toda a sociedade, seguindo os princípios da sustentabilidade.

Nesse contexto, Begon, Townsend e Harper (2009) explicam que sustentabilidade significa que uma atividade pode ser repetida no futuro sem comprometer os recursos naturais, embora muitas atividades humanas ainda não sejam sustentáveis. Segundo Reis *et al.* (2021), sustentabilidade envolve cinco dimensões: social, econômica, ecológica, espacial/geográfica e cultural, todas fundamentais para a proteção ambiental e o futuro sustentável.

Interligado ao conceito de sustentabilidade, o conservacionismo busca manejar a natureza sem degradá-la, promovendo o desenvolvimento sustentável. A biodiversidade tem sido superexplorada nas últimas décadas, o que ameaça a manutenção dos ecossistemas e espécies (Reis *et al.*, 2021). A destruição de habitats é a principal causa do declínio da biodiversidade, e muitas espécies endêmicas estão em risco de extinção, exigindo esforços intensos de conservação (Ricklefs; Relyea, 2016). Nesse cenário, as unidades de conservação, instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) através da Lei n.º 9.985/2000, são essenciais para garantir a proteção dos recursos naturais, permitindo apenas o uso indireto e assegurando a preservação ambiental (Brasil, 2000).

Essas unidades são divididas em dois grupos: 1) Proteção integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Distrital, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre), que possuem normas mais restritivas e mínima interferência humana; e 2) Uso sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Distrital, Parque Ecológico, Reserva de Fauna, Reserva Particular do Patrimônio Natural), que são menos restritivas (IBRAM, 2022).

No contexto das Unidades de Conservação (UC), a percepção ambiental das comunidades locais desempenha um papel crucial na gestão e na sustentabilidade dessas áreas. Pesquisas mostram que populações bem informadas e cientes dos benefícios proporcionados pelas UC tendem a apoiar e se envolver de forma mais ativa nas iniciativas de conservação (Gadotti, 2005). Além disso, a educação ambiental exerce um papel fundamental na promoção de valores e atitudes que incentivam a preservação dos recursos naturais (Carvalho, 2013).

Estudos e avaliações da percepção ambiental permitem avaliar o nível de entendimento e a conscientização da população sobre o meio ambiente, sendo ferramentas importantes que podem contribuir para a gestão eficaz das Unidades de Conservação e para o fortalecimento da preservação dos recursos naturais. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as contribuições dos estudos

de percepção ambiental realizados nos últimos 10 anos, focados na população usuária ou residente nas proximidades das Unidades de Conservação brasileiras, com o intuito de compreender a influência dessas áreas tanto sobre os moradores do entorno quanto sobre seus frequentadores.

MÉTODOS

Este estudo utilizou uma abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar como a percepção ambiental das comunidades locais e dos frequentadores de Unidades de Conservação (UCs) no Brasil tem sido tratada na literatura científica. A revisão bibliográfica foi o método adotado, permitindo consolidar conhecimentos de diversas fontes e identificar tendências, lacunas e debates relevantes sobre a gestão das UCs e o envolvimento da população.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma busca sistemática nas bases de dados científicas Portal de Periódicos CAPES/MEC e SciELO, as quais reúnem uma ampla gama de periódicos revisados por pares, garantindo a qualidade e a confiabilidade dos artigos selecionados. Essas bases foram escolhidas por serem acessíveis, abrangentes e representarem as principais fontes de pesquisa acadêmica sobre temas ambientais no Brasil e no exterior.

Para garantir a precisão na busca, foi utilizado um conjunto de palavras-chave que refletissem o tema central do estudo. As palavras-chave aplicadas nas bases de dados incluíram: "Percepção ambiental", "Unidades de Conservação", "Gestão participativa", "Serviços ecossistêmicos" e "Educação ambiental". Essas palavras-chave foram selecionadas com base na relevância dos termos para o escopo da pesquisa, garantindo que os estudos capturados pela busca estivessem alinhados com o objetivo de investigar a percepção ambiental nas UCs.

Os artigos incluídos na análise atenderam aos seguintes critérios: 1) Devem abordar diretamente a percepção ambiental relacionada às Unidades de Conservação no Brasil; 2) Devem ser publicados em português ou inglês, para garantir acessibilidade e relevância; 3) Precisam ter sido publicados no período de 2014 a 2023, com o objetivo de incluir estudos recentes; 4) Devem estar disponíveis em fontes confiáveis e revisadas por pares, garantindo a qualidade das informações analisadas.

Esses critérios foram definidos para garantir que os artigos selecionados fossem relevantes ao tema e contribuíssem para uma compreensão atualizada da percepção ambiental no contexto das UCs. Após a coleta, os artigos foram revisados criteriosamente, e os dados extraídos foram organizados em um banco de dados para análise sistemática.

Os dados foram organizados em uma planilha eletrônica utilizando o programa Excel. Cada artigo foi classificado de acordo com variáveis como: periódico de publicação, ano de publicação, estado (Unidade Federativa - UF) onde o estudo foi realizado, título, metodologia aplicada no estudo e principais resultados. Assim, dos 371 artigos reportados pela busca nas plataformas, 19 estavam relativos à Percepção Ambiental e Unidades de Conservação, sendo válidos para análise (Quadro 1). Esse processo de sistematização é fundamental para garantir a comparabilidade dos estudos e identificar padrões e tendências na produção científica sobre percepção ambiental em UCs.

Quadro 1 - Estudos selecionados para análise.

Ano de Publicação UF	Periódico de publicação	Título do artigo
2014 AP	Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Cienc. Humanas	Saberes tradicionais em uma unidade de conservação localizada em ambiente periurbano de várzea: etnobiologia da andirobeira (<i>Carapa guianensis Aublet</i>).
2014 CE	Ambivalências – Revista do Grupo de Pesquisa "Processos Identitários e Poder"	Percepção ambiental de visitantes da RPPN Serra das Almas, Crateús/CE: a escolha da espécie guarda-chuva como potencial educativo e de gestão.
2014 PI	Sociedade e Natureza	Percepção ambiental das artesãs que usam as folhas de carnaúba (<i>Copernicia prunifera H.E.Moore, Arecaceae</i>) na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil.
2015 RN	Holos	Percepção ambiental da comunidade visitante do Parque Municipal Dom Nivaldo Monte em Natal/RN.
2016 MS	Interações	Environmental impacts of public policies in Campo Grande, MS: the case of Lajeado stream environmental protection area.
2016 MT	Caminhos da Geografia	Percepção ambiental e caracterização socioeconômica da comunidade do entorno do Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina (MT).
2017 MG	Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science	Estudo da Percepção ambiental dos moradores do município de Pains sobre o Parque Natural Municipal Dona Ziza.
2018 PA	Cuadernos de Antropología Social	Imagens artesanais e percepções ambientais: Etnografia com jovens escolares em uma região do entorno do Parque Estadual do Utinga (Pará, Brasil).
2018 PR	Revista Valore	Parque do cinquentenário: um estudo investigativo da percepção ambiental da comunidade integrada.

Ano de Publicação UF	Periódico de publicação	Título do artigo
2019 BA	Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science	Percepção Ambiental de Unidades de Conservação: O olhar da comunidade rural do Barroco no entorno do Parque Estadual da Serra do Conduru – BA.
2019 MA	Sociedade e Natureza	Perception of extractivists about the <i>Mauritia flexuosa</i> palm swamp in the Lençóis Maranhenses Region, Brazil.
2019 SP	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS	Áreas verdes e qualidade de vida: uso e percepção ambiental de um parque urbano na cidade de São Paulo, Brasil.
2019 TO	Estudo e Debate em Gestão e Planejamento	Influência do nível de escolaridade na percepção ambiental da população local sobre o monumento natural das árvores fossilizadas do tocantins (mnafto).
2020 PA	Ambiente e Sociedade	Environmental perception in traditional communities: a study in Soure Marine Extractive Reserve, Pará, Brazil.
2020 PB	Sociedade e Natureza	An empirical analysis of the management model practiced in Protected Areas of the Sustainable use.
2020 PR	Revista em Agronegócio e Meio Ambiente	Caracterização e percepção ambiental da comunidade na zona de amortecimento do Parque Estadual Vitório Piassa, Pato Branco (PR).
2020 RJ	Holos	Percepção ambiental das comunidades ao entorno do parque estadual da lagoa do Açu/RJ.
2022 RS	Ambiente e Sociedade	Contributions of environmental perception to sustainability in the buffer zone of a protected area.
2022 SP	Ambiente e Saúde	Mapping of ecosystem services provided by the Paraíba do Sul river alluvial plains APA.

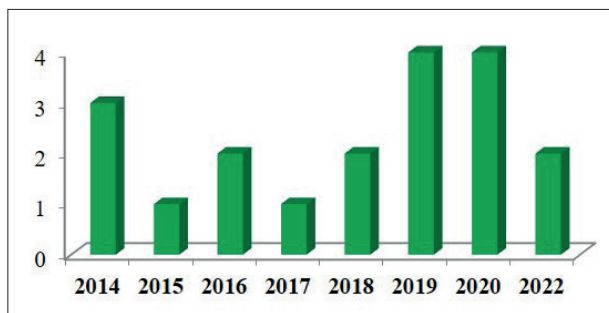
Fonte: Autores (2024).

Os dados foram analisados utilizando técnicas de análise de conteúdo, uma ferramenta amplamente utilizada em estudos qualitativos para identificar categorias e padrões emergentes. A partir dessa análise, foi possível identificar temas recorrentes como: a importância da conservação ambiental, os benefícios percebidos pelas comunidades, a aceitação e o apoio às UCs, os conflitos de interesse, a conscientização limitada sobre as áreas protegidas. Cada um desses temas foi detalhadamente examinado, permitindo uma compreensão aprofundada das interações entre as UCs e as populações locais.

RESULTADOS

Os resultados deste estudo, que abrange 19 artigos sobre percepção ambiental em Unidades de Conservação (UC), indicam uma tendência de publicações crescentes entre 2017 e 2019, enquanto o ano de 2021 apresentou uma queda (Figura 1).

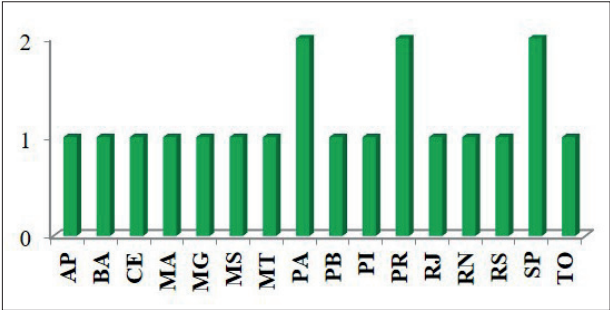
Figura 1 - Distribuição dos estudos por ano no período avaliado.



Fonte: Autores (2024).

A distribuição espacial dos estudos revelou uma concentração em algumas Unidades Federativas, como Pará (PA), Paraná (PR) e São Paulo (SP), com duas publicações cada, enquanto várias outras regiões não apresentaram estudos. Houve uma única publicação nos estados do Amapá (AP), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT), Paraíba (PB), Piauí (PI), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Norte (RN), Rio Grande do Sul (RS) e Tocantins (TO). Em contrapartida, não foram identificados estudos em Santa Catarina (SC), Distrito Federal (DF), Goiás (GO), Pernambuco (PE), Espírito Santo (ES), Amazonas (AM), Alagoas (AL), Rondônia (RO), Sergipe (SE), Acre (AC) e Roraima (RR) (Figura 2).

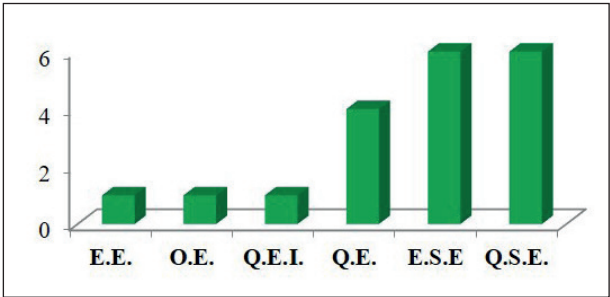
Figura 2 - Distribuição dos estudos por Unidade da Federação no período avaliado.



Fonte: Autores (2024).

Os instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa foram distribuídos da seguinte forma: entrevistas estruturadas (E.E.) – 1; oficinas e entrevistas (O.E.) – 1; questionários estruturados e imagens (Q.E.I.) – 1; questionários estruturados (Q.E.) – 4; entrevistas semiestruturadas (E.S.E.) – 6; e questionários semiestruturados (Q.S.E.) – 6 (Figura 3).

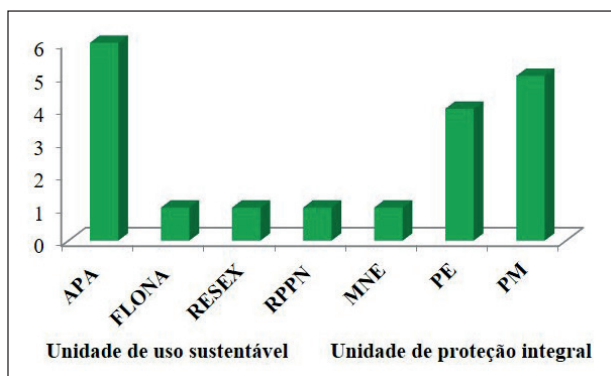
Figura 3 - Distribuição dos estudos por metodologia utilizada para obtenção de dados.



Fonte: Autores (2024).

A respeito das categorias do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), do tipo de Unidade de Conservação pesquisadas observou-se: Área de Proteção Ambiental (APA), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Já, as Unidades de Proteção Integral observadas foram: Monumento Natural (MNE), Parque Estadual (PE) e Parque Municipal (PM) (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição dos estudos por tipo de Unidade de Conservação avaliada.



Fonte: Autores (2024).

DISCUSSÃO

A análise dos 19 artigos sobre percepção ambiental em Unidades de Conservação revela um crescimento significativo das publicações entre 2017 e 2019, seguido de uma queda em 2021. Esse padrão sugere que fatores externos, como a pandemia de COVID-19, podem ter impactado a produção acadêmica, principalmente em estudos que exigem trabalho de campo. A redução nas publicações em 2021 pode refletir as restrições impostas durante a pandemia, que dificultaram a coleta de dados presenciais, embora o interesse pelo tema tenha permanecido relevante nos anos anteriores. Esse cenário ressalta a importância de avaliar as condições contextuais que afetam a continuidade das pesquisas e o desenvolvimento do conhecimento em áreas essenciais como a percepção ambiental. Conforme apontado por Simões *et al.* (2022), as mudanças na produção de conhecimento acadêmico podem ser influenciadas por crises externas, como ocorreu durante a pandemia, o que evidencia a necessidade de adaptação das metodologias de pesquisa para manter a continuidade dos estudos.

A distribuição espacial dos estudos revelou uma concentração em algumas Unidades Federativas, como Pará, Paraná e São Paulo, enquanto várias outras regiões permaneceram sem estudos registrados. Essa desigualdade regional evidencia a falta de financiamento e incentivos para pesquisas em determinadas áreas, o que limita a elaboração de políticas públicas mais eficazes e abrangentes para a gestão das Unidades de Conservação. Dada a diversidade cultural, de

biomas e a vasta extensão territorial do Brasil, uma distribuição mais equilibrada dos estudos poderia fornecer informações valiosas para aprimorar a gestão das Unidades de Conservação em diferentes contextos ecológicos e sociais.

A escolha dos instrumentos de coleta de dados reflete tanto preferências pessoais quanto a disponibilidade de métodos por parte dos pesquisadores. A predominância de entrevistas e questionários semiestruturados pode estar relacionada ao fato de que esses instrumentos já possuem validação em diversas pesquisas e permitem uma compreensão mais detalhada das percepções individuais sobre as Unidades de Conservação. Embora essas abordagens subjetivas possam apresentar desafios, elas oferecem uma visão rica e aprofundada sobre as motivações e atitudes dos grupos pesquisados, o que contribui significativamente para a análise das interações entre as comunidades e as áreas de conservação.

Há um equilíbrio entre as Unidades de Uso Sustentável (objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais – menos restritivo) e Unidade de Proteção Integral (objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais – mais restritivo). Essa diversidade de tipos de UCs nos estudos é importante, pois reflete diferentes níveis de interação humana com a natureza. Como apontado por Vieira *et al.* (2019), a dependência financeira extrativista contribui para uma visão antropocêntrica dos valores florestais, evidenciando que a gestão das UCs precisa levar em consideração o equilíbrio entre preservação e o uso sustentável. Essa questão é relevante, visto que nas Unidades de Uso Sustentável o homem está “dentro” da área protegida, muitas vezes explorando os recursos naturais, e se bem orientado, poderá ser um defensor da área, ou caso contrário um degradador.

A análise dos resultados destaca alguns temas recorrentes nas percepções das populações locais sobre as UCs, como a importância da conservação, os benefícios percebidos, a aceitação e apoio, a conscientização limitada e os conflitos de interesse.

Em relação à importância da conservação, a maioria dos estudos mostrou que as populações locais reconhecem o valor das UCs para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Simões *et al.* (2022) ressaltam a diferença de percepção entre grupos: “os cientistas atribuíram maior média para os serviços de suporte, os agentes públicos para os de regulação e os moradores

para os serviços culturais". Essa diversidade de percepções sugere que as políticas de gestão das UCs devem ser adaptadas aos interesses e necessidades de diferentes grupos, maximizando os benefícios para todos.

A conservação ambiental deve ser integrada aos saberes tradicionais, conforme apontado por Vieira *et al.* (2019), que destacam que o elevado nível de percepção ambiental das populações locais é fortemente influenciado por seus saberes tradicionais, construídos a partir de suas experiências cotidianas. Vieira e Loiola (2014) reforçam essa ideia ao observar que, para algumas artesãos, a confecção de artesanato vai além da geração de renda, sendo vista como uma forma de preservar e perpetuar a cultura. Além disso, o acesso à educação formal também desempenha um papel significativo nesse contexto. Segundo Costantin *et al.* (2019), indivíduos com níveis educacionais mais elevados tendem a demonstrar sentimentos mais intensos de preservação e admiração em relação ao meio ambiente, o que reforça a importância da educação na formação de atitudes conservacionistas.

Quanto aos benefícios percebidos, os estudos também destacam os benefícios recreativos e educacionais proporcionados pelas UCs. Signorati *et al.* (2020) apontam que 78,3% dos participantes atribuíram nota máxima à importância do lazer nas áreas de parques, indicando que essas áreas são altamente valorizadas pela comunidade. Essa valorização está diretamente relacionada à melhoria da qualidade de vida, conforme evidenciado por Santos *et al.* (2019), que observaram uma relação entre o contato com a natureza e o bem-estar da população. Rebouças *et al.* (2015) afirmam que os visitantes das Unidades de Conservação mostraram um alto grau de valorização dessas áreas, demonstrando interesse em preservar os recursos naturais, com o objetivo de garantir a sustentabilidade desses espaços.

A aceitação das UCs pela população local foi amplamente relatada nos estudos, com muitos indivíduos reconhecendo sua importância para a sociedade e as futuras gerações. Ferreira e Profice (2019) afirmam que, "mesmo com todas as críticas, conflitos e desavenças com os gestores da UC, os moradores reconhecem a importância que ele tem para a conservação da biodiversidade local". Esse apoio é essencial para a sustentabilidade das UCs, mas deve ser reforçado com a participação ativa das comunidades na gestão dessas áreas.

Pires *et al.* (2016) também observaram que muitos moradores veem as Unidades de Conservação como um bem público, percebendo-as como um recurso positivo para a promoção de ações de educação ambiental e para o reforço da responsabilidade individual em relação à preservação.

Em relação à conscientização limitada, os estudos indicaram que há uma conscientização limitada sobre as Unidades de Conservação, seus objetivos e as regras de uso. Gregório *et al.* (2018) observaram que nenhum dos entrevistados conseguiu responder corretamente sobre essas questões, o que sugere que muitas comunidades ainda não estão adequadamente envolvidas nos processos de gestão das UCs. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de aprimorar a comunicação e a educação ambiental nessas áreas. Silva e Texeira (2017) apontaram um cenário semelhante, em que muitos entrevistados não souberam definir corretamente o conceito de meio ambiente, enquanto outros apresentaram uma visão simplificada, associando-o apenas a paisagens naturais. Como ferramenta para melhorar essa conscientização, Alves *et al.* (2013) destacam os benefícios de se utilizar uma espécie guarda-chuva na gestão de uma Unidade de Conservação, ajudando a comunidade a reconhecer o papel dessa espécie nas áreas protegidas e, conseqüentemente, a colaborar com a preservação dos serviços ambientais.

Além disso, os conflitos de interesse entre as UCs e as atividades tradicionais das comunidades locais, como agricultura e pesca, foram uma questão recorrente. Galvão e Tedesco (2022) destacam que a proibição do uso de transgênicos foi apontada como um dos principais conflitos entre a população rural e a gestão das UCs. Esses conflitos demonstram que é fundamental alinhar as políticas de conservação com as necessidades sociais e econômicas das comunidades, a fim de promover uma coexistência harmoniosa e sustentável.

A ausência de Conselhos Gestores efetivos foi identificada como um obstáculo importante para a gestão participativa das Unidades de Conservação. Soares *et al.* (2020) destacam que o baixo engajamento dos conselheiros e a equipe técnica reduzida do órgão gestor são fatores que dificultam a implementação de uma gestão eficaz e inclusiva. Superar esses desafios é fundamental para que as UCs alcancem seus objetivos de preservação e desenvolvimento sustentável. Santos e Oliveira (2020) também destacam que esses conflitos podem ser, em grande parte,

decorrentes da proibição de atividades como a pesca e a extração de vegetais, como aroeira e taboa, que são importantes fontes de renda para muitas pessoas.

Galvão e Tedesco (2022) argumentam que a implantação de uma unidade de conservação não deve se limitar a políticas públicas de caráter ecológico, mas também incluir aspectos sociais. Ferreira e Profice (2019) complementam essa visão ao afirmar que, embora exista um subprograma no plano de manejo com o objetivo de garantir alternativas de renda e subsistência para as populações locais, sua aplicação é ineficaz na prática. De forma semelhante, Figueiredo *et al.* (2016) observam que, para muitas pessoas envolvidas com questões ambientais, a simples criação de instrumentos legais não resulta em benefícios significativos na implementação de políticas públicas efetivas que melhorem a qualidade de vida da população.

Outro fator que dificulta a interação entre a comunidade e as Unidades de Conservação é a ausência ou fragilidade dos Conselhos Gestores, que são fundamentais para garantir uma gestão democrática e participativa. De acordo com Soares *et al.* (2020), os principais obstáculos para uma gestão eficiente e inclusiva incluem o baixo engajamento dos conselheiros, os múltiplos interesses em jogo, a falta de diálogo entre o conselho, a comunidade e o gestor, além da equipe técnica reduzida do órgão gestor da UC. Alves *et al.* (2014) apontam que a comunidade enfrenta dificuldades em se organizar para promover melhorias sociais, destacando a necessidade de incluir os moradores nos processos de tomada de decisão, conforme previsto pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Nesse sentido, Santos e Oliveira (2020) ressaltam que a falta de comunicação e de um processo verdadeiramente democrático gera uma percepção negativa das UCs por parte da comunidade.

Em síntese, os estudos analisados revelam que, embora haja um reconhecimento crescente da importância das UCs, ainda existem desafios significativos relacionados à conscientização, participação comunitária e resolução de conflitos. Para que as UCs sejam geridas de forma eficaz, é necessário promover uma abordagem multidisciplinar que integre educação ambiental, gestão participativa e políticas públicas adaptadas às realidades locais.

CONCLUSÃO

Os estudos analisados evidenciam a importância da percepção ambiental na gestão das Unidades de Conservação (UCs) no Brasil. A integração dos saberes tradicionais das populações locais, conhecimento científico e a participação ativa das comunidades são essenciais para a sustentabilidade dessas áreas. Nos últimos 10 anos, as UCs desempenharam um papel fundamental na preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, mas ainda enfrentam desafios como a conscientização limitada da população e conflitos de interesse, especialmente nas áreas de uso sustentável. Embora a maioria das populações valorize as UCs, a falta de uma gestão participativa efetiva compromete o pleno envolvimento das comunidades nas decisões. Para que as UCs sejam modelos de conservação e desenvolvimento sustentável, é necessário fortalecer a educação ambiental, melhorar a comunicação entre gestores e comunidade, e promover uma gestão mais inclusiva. Este trabalho destaca a relevância dos estudos de percepção ambiental para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e participativas nas UCs do Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

REFERÊNCIAS

ALVES, I. R. S.; NASCIMENTO, G. M.; MAROTI, P. S. Percepção ambiental de visitantes da RPPN Serra das Almas, Crateús/CE: a escolha da espécie guarda-chuva como potencial educativo e de gestão. *Ambivalências – Revista do Grupo de Pesquisa “Processos Identitários e Poder”*, v. 1, n. 1, p. 90-102, 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Rio de Janeiro: Grupo A, 2009. E-book. ISBN 9788536309545. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536309545/>. Acesso em: 11 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez Editora, 2013.

COSTANTIN, A.; NUNES, D.; OLIVEIRA, E. F. P.; JASPER, A. Influência do nível de escolaridade na percepção ambiental da população local sobre o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO). **Revista Estudo & Debate**, v. 26, p. 1-15, 2019.

DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. de. **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

DINIZ, M. H. **Curso de direito civil brasileiro: responsabilidade civil**. 24. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

DORIGO, T. A.; FERREIRA, A. P. N. L. Contribuições da percepção ambiental de frequentadores sobre praças e parques no Brasil (2009-2013): revisão bibliográfica. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 3, p. 1-15, 2015.

FERREIRA, D. J.; PROFICE, C. C. Percepção ambiental de Unidades de Conservação: o olhar da comunidade rural do Barroão no entorno do Parque Estadual da Serra do Conduru – BA. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 3, p. 179-195, 2019.

FIGUEIREDO, H. P.; CONSTANTINO, M. Â.; SANCHES, C. C.; COSTA, R. B. Environmental impacts of public policies in Campo Grande, MS: the case of Lajeado stream environmental protection area. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 4, p. 713-728, 2016.

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra: ecopedagogia e educação sustentável**. São Paulo: Peirópolis, 2005.

GALVÃO, J.; TEDESCO, C. Contribuições da percepção ambiental para a sustentabilidade na zona de amortecimento de unidade de conservação. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. 1-20, 2022.

GREGÓRIO, A.; *et al.* Parque do Cinquentenário: um estudo investigativo da percepção ambiental da comunidade integrada. **Revista Valor**, v. 3, p. 343-352, 2018.

IBRAM - Instituto Brasília Ambiental. Página Principal. 2022. Disponível em: <www.ibram.df.gov.br>. Acesso em: 2 jul. 2022.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

PÉREZ, A. G. **Ação social e meio ambiente**. São Paulo: Cortez, 2006.

PIRES, K. R. P.; MARIMON, B. S.; SOUZA, T. R. S.; ANACLETO, T. C. da S.; LAFORGA, G. Percepção ambiental e caracterização socioeconômica da comunidade do entorno do Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina (MT). **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 1-15, 2016.

REBOUÇAS, M. A.; GRILO, J. A.; ARAÚJO, C. L. Percepção ambiental da comunidade visitante do Parque Municipal Dom Nivaldo Monte em Natal/RN. **Holos**, v. 3, p. 109-120, 2015.

REIS, A.; FERREIRA, C. E. A.; CORREA, T. B. C. **Valoração ambiental de serviços ecossistêmicos**. Rio de Janeiro: Editora SAGAH, Grupo A, 2021.

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

SANTOS, T. B.; NASCIMENTO, A. P. N.; REGIS, M. M. Áreas verdes e qualidade de vida: uso e percepção ambiental de um parque urbano na cidade de São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, v. 8, n. 2, p. 363-388, 2019.

SANTOS, K. P.; OLIVEIRA, V. de P. S. Percepção ambiental das comunidades ao entorno do Parque Estadual da Lagoa do Açú/RJ. **Holos**, v. 6, p. 1-16, 2020.

SIGNORATI, A.; BECHARA, F.; LONGHI, S.; BOSQUILIA, R. Caracterização e percepção ambiental da comunidade na zona de amortecimento do Parque Estadual Vitório Piassa, Pato Branco (PR). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, p. 371-396, 2020.

SILVA, L.; TEIXEIRA, C. Estudo da percepção ambiental dos moradores do município de Pains sobre o Parque Natural Municipal Dona Ziza. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 3, p. 287-304, 2017.

SIMÕES, G. dos S.; FIORE, F. A.; SILVA, L. C. Mapping of ecosystem services provided by the Paraíba do Sul river alluvial plains APA. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. e01882, 2022.

SOARES, L. M. de O.; MIRANDA, G. E. C. de; MOURÃO, J. da S. An empirical analysis of the management model practiced in protected areas of the sustainable use. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 451-461, 2020.

TONANI, P. **Responsabilidade decorrente da poluição por resíduos sólidos**: de acordo com a Lei 12.305 de 2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2011.

VIEIRA, I. R.; LOIOLA, M. I. B. Percepção ambiental das artesãs que usam as folhas de carnaúba na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 1, p. 63-76, 2014.

VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S. de; SILVA, G. O.; SANTOS, K. P. P. dos; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. de. Perception of extractivists about the *Mauritia flexuosa* palm swamp in the Lençóis Maranhenses Region, Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 31, e38808, 2019.

REGULARIZAÇÃO EDILÍCIA E FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE: PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE NO DISTRITO FEDERAL

Fernando Jorge Coelho Pinheiro
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Angela Mitie Otta Kinoshita
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Jacqueline R. Tamashiro
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Lucas Prado Osco
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Este capítulo apresenta uma análise teórica sobre as práticas de regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal, focando nos desafios e na evolução do arcabouço legal relacionado à ocupação urbana e à impermeabilização do solo. O estudo visa investigar como as normas e políticas públicas do Distrito Federal procuram conciliar o crescimento urbano com a sustentabilidade ambiental, especialmente em áreas de alta vulnerabilidade e baixa permeabilidade do solo. **Métodos:** A metodologia inclui uma análise documental e crítica de instrumentos legais, como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) de 2009, o Código de Obras do DF de 2018, a Lei Complementar nº 929 de 2017 e o Decreto nº 44.037 de 2022, que regulamenta medidas de retenção e captação de águas pluviais. A pesquisa examina como a adaptação das normas às ocupações consolidadas pode afetar o equilíbrio entre a inclusão social e a proteção ambiental. **Resultados:** Os resultados indicam que, embora a regularização edilícia ofereça benefícios sociais ao integrar assentamentos informais ao planejamento urbano, a flexibilização de normas ambientais essenciais, como os parâmetros de permeabilidade, compromete a eficácia das políticas de mitigação e a resiliência ambiental. **Conclusão:** O estudo sugere diretrizes para reforçar o papel da regularização fundiária e edilícia na promoção da sustentabilidade, incluindo a necessidade de incentivos à implementação de sistemas de captação de águas pluviais e de critérios técnicos mais rigorosos para áreas de interesse social. Assim, busca-se aprimorar as políticas de regularização e fomentar o debate sobre a função socioambiental da propriedade em contextos de vulnerabilidade, alinhando-as com os princípios do desenvolvimento urbano sustentável.

Palavras-chave: regularização fundiária; legislação urbana; distrito federal; sustentabilidade; função social da propriedade.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado e não planejado no Distrito Federal tem gerado desafios significativos para o ordenamento territorial e a sustentabilidade ambiental, especialmente no que diz respeito à ocupação informal e à consequente impermeabilização do solo. A expansão desordenada de assentamentos irregulares resulta em impactos ambientais expressivos, como o aumento do escoamento superficial, a redução da infiltração do solo e a consequente sobrecarga nos sistemas de drenagem urbana, intensificando problemas de enchentes, erosão e comprometimento dos recursos hídricos locais (Oliveira, 2022; Tundisi, 2008). Nesse cenário, a regularização fundiária e edilícia surge como uma ferramenta essencial para transformar esses assentamentos em áreas urbanizadas, com o potencial de mitigar os efeitos adversos da ocupação desordenada e promover um desenvolvimento urbano sustentável (Brasil, 2017).

Com a promulgação da Lei Federal nº 13.465/2017, conhecida como Lei da Regularização Fundiária Urbana (Reurb), foi estabelecido um marco regulatório nacional para os processos de regularização fundiária. A Reurb está dividida em duas modalidades — Reurb de Interesse Social (Reurb-S) e Reurb de Interesse Específico (Reurb-E) —, visando atender diferentes perfis de ocupação e promovendo a integração dessas áreas ao planejamento urbano formal. A legislação simplifica o processo de regularização, permitindo a concessão de títulos de propriedade e a legalização de assentamentos consolidados, além de buscar a inclusão social e a segurança jurídica para os moradores dessas áreas (Brasil, 2017).

No contexto do Distrito Federal, a implementação da Reurb é adaptada por normativas locais, como o Decreto nº 42.269/2021, que define diretrizes específicas para a regularização fundiária na região, considerando a particularidade geográfica e a pressão urbana da capital federal. O Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) de 2009 e o Código de Obras do Distrito Federal (COE-DF) de 2018 também desempenham papéis fundamentais na regulamentação dos parâmetros urbanísticos e ambientais, buscando adequar a ocupação consolidada às condições reais do território e promovendo a gestão ambiental integrada (Distrito Federal, 2009; Distrito Federal, 2018). A Lei Complementar nº 929/2017 acrescenta exigências para a captação de águas pluviais, procurando mitigar os

efeitos da impermeabilização do solo em áreas regularizadas, especialmente em regiões de alta vulnerabilidade ambiental (Distrito Federal, 2017).

Diante desse panorama, este estudo tem como objetivo investigar a eficácia da regularização edilícia no Distrito Federal como ferramenta de mitigação dos impactos ambientais causados pela impermeabilização do solo, analisando se a adaptação das normas — pautada pela realidade consolidada das ocupações — pode efetivamente contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável. A pesquisa busca também identificar as limitações enfrentadas pela regularização edilícia ao lidar com a complexidade socioambiental da região e os desafios de sustentabilidade. Por meio de uma análise crítica dos principais instrumentos legais, como o PDOT, o COE-DF e a Lei Complementar nº 929/2017, este estudo propõe diretrizes que buscam integrar as legislações vigentes a práticas de urbanização sustentável, contribuindo para o aprimoramento das políticas públicas de regularização e fomentando o debate sobre a função socioambiental da propriedade em contextos de vulnerabilidade (Brasil, 2017; Distrito Federal, 2018; Oliveira, 2022).

MÉTODOS

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em análise documental e revisão de literatura, com o objetivo de investigar as práticas de regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal e seus impactos ambientais, especificamente no que tange à impermeabilização do solo e às políticas de mitigação adotadas. A metodologia empregada é composta por três etapas principais: coleta de dados documentais, análise crítica de dispositivos legais e regulamentares, e integração dos achados com as teorias de desenvolvimento urbano sustentável.

Coleta de Dados Documentais

A primeira etapa consiste na coleta de dados documentais, incluindo legislações, decretos, planos diretores e outros dispositivos normativos relacionados à regularização fundiária e edilícia. Foram analisados documentos como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT) de 2009 e o Código de Obras do DF de 2018, Lei Complementar nº 929 de 2017, que dispõe

sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias localizados no Distrito Federal, além de decretos recentes como o Decreto nº 44.037/2022, que regulamenta a Lei Complementar nº 929 de 2017 (Distrito Federal, 2009; Distrito Federal, 2018; Distrito Federal, 2022). Esses documentos oferecem um panorama das normas e diretrizes vigentes que moldam a ocupação urbana e o uso do solo no Distrito Federal.

Análise Crítica dos Instrumentos Legais

A segunda etapa envolve uma análise crítica dos instrumentos legais e regulamentares à luz dos princípios de sustentabilidade ambiental e justiça social. A análise considera a evolução do arcabouço legal, desde as políticas de regularização até as recentes flexibilizações das normas de impermeabilização e manejo de águas pluviais. Através de uma leitura crítica de estudos como os de Oliveira (2022), que discute os desafios impostos pela impermeabilização no Distrito Federal, e as obras de Tundisi (2008) sobre o impacto da urbanização na qualidade das águas e na biodiversidade, buscou-se compreender como as mudanças legais têm influenciado os padrões de impermeabilização e as práticas de gestão ambiental na região.

Integração Teórica e Discussão dos Achados

A terceira etapa é a integração dos dados com as teorias de desenvolvimento urbano sustentável. Para isso, utilizamos uma estrutura teórica que incorpora conceitos de ecologia da paisagem e práticas sustentáveis no planejamento urbano, conforme discutido por Forman (1995) e Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016). Essa etapa permite compreender como a legislação do Distrito Federal interage com as demandas de sustentabilidade e quais lacunas ainda persistem nas estratégias de mitigação. Esse quadro teórico serve como base para discutir as limitações e oportunidades que a legislação oferece para a promoção de um desenvolvimento urbano sustentável, que concilie a regularização de assentamentos informais com a proteção ambiental e a função social da propriedade.

Limitações da Pesquisa

É importante notar que este estudo enfrenta limitações, uma vez que se baseia em análise documental e não contempla observações diretas ou dados empíricos específicos sobre a qualidade do solo ou a eficiência dos sistemas de drenagem nas áreas regularizadas. Além disso, a pesquisa não incorpora análises quantitativas sobre a impermeabilização do solo, o que poderia oferecer uma visão mais detalhada dos impactos ambientais da ocupação irregular no Distrito Federal. Apesar dessas limitações, o estudo fornece uma base conceitual robusta e aponta direções para futuras investigações que incorporem análises empíricas.

Com essa abordagem, o estudo busca não só avaliar a eficácia da legislação de regularização no Distrito Federal, mas também propor diretrizes e práticas de urbanização que promovam o desenvolvimento sustentável e a resiliência ambiental em regiões de alta vulnerabilidade.

RESULTADOS

A análise documental e crítica dos instrumentos legais e regulamentares do Distrito Federal permitiu identificar avanços e limitações significativas na tentativa de conciliar a regularização fundiária e edilícia com a preservação ambiental. A seguir, apresentam-se os principais resultados encontrados em cada uma das frentes de investigação abordadas neste estudo.

Efetividade da Regularização Edilícia para a Mitigação da Impermeabilização do Solo

O estudo verificou que, embora a regularização edilícia no Distrito Federal apresente um arcabouço normativo detalhado, como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) de 2009 e o Código de Obras do Distrito Federal de 2018, a adaptação dessas normas à realidade consolidada das ocupações irregulares trouxe desafios para a gestão ambiental sustentável. A flexibilização dos parâmetros de permeabilidade nas áreas de ocupação consolidada, com o objetivo de viabilizar a regularização, tem sido uma prática recorrente, permitindo que edificações irregulares sejam formalizadas mesmo quando não atendem aos requisitos técnicos ambientais ideais (Distrito Federal, 2009; Distrito Federal,

2018). Essa prática, embora importante para a formalização e acesso a direitos, resulta em níveis de impermeabilização do solo que agravam os problemas de drenagem e escoamento superficial, como observado em estudos anteriores sobre o impacto da urbanização no ciclo hidrológico (Tundisi, 2008; Oliveira, 2022).

Flexibilização da Legislação e suas Implicações para a Sustentabilidade Ambiental

A análise dos dispositivos legais e regulamentares revelou que, em 2022, com a promulgação do Decreto nº 44.037, houve uma flexibilização significativa das exigências para a instalação de sistemas de captação e infiltração de águas pluviais, especialmente em áreas que atendem às taxas mínimas de permeabilidade (Distrito Federal, 2022). Embora essa flexibilização tenha como objetivo facilitar a regularização de edificações, os resultados apontam que a ausência de sistemas de recarga e retenção de águas pluviais em lotes maiores de 600 m² pode comprometer a resiliência ambiental e a capacidade do Distrito Federal de gerenciar eficazmente as águas pluviais. Esse cenário se torna particularmente crítico em regiões com alta impermeabilização, onde a sobrecarga do sistema de drenagem contribui para enchentes e erosões, além de prejudicar a recarga dos aquíferos locais, como discutido por Oliveira (2022).

Desafios na Implementação de Práticas Sustentáveis no Contexto de Regularização

A implementação de práticas de urbanização sustentável no contexto da regularização enfrenta obstáculos tanto técnicos quanto econômicos. A análise documental evidenciou que o custo de instalação de sistemas de retenção e infiltração é um dos principais fatores que levam à flexibilização das normas de permeabilidade, especialmente em áreas de interesse social. A ausência de incentivos financeiros e de políticas públicas específicas para subsidiar esses sistemas limita a adoção de práticas sustentáveis e, consequentemente, reduz a capacidade de mitigação dos impactos ambientais provocados pela impermeabilização (Melo, 2019). Dessa forma, o estudo indica a necessidade de políticas que promovam incentivos para a instalação desses dispositivos em áreas regularizadas.

Contribuição da Regularização para a Justiça Social e Inclusão Urbana

Apesar dos desafios ambientais, os resultados indicam que a regularização fundiária e edilícia promove significativos benefícios sociais, como o acesso a direitos básicos, segurança jurídica e infraestrutura urbana, que antes eram limitados para a população residente em assentamentos informais. Documentos analisados, como o PDOT e o Código de Obras, evidenciam que o processo de regularização tem um papel importante na inclusão social, permitindo que moradores de áreas informais obtenham acesso a serviços públicos e uma infraestrutura urbana formal (Cardoso e Garcia, 2023). No entanto, a análise crítica revelou que essa inclusão social, quando não acompanhada de práticas ambientais adequadas, pode gerar novos riscos à sustentabilidade urbana e à qualidade de vida a longo prazo.

Compatibilidade entre Regularização e Desenvolvimento Urbano Sustentável

O estudo constatou que, embora a regularização edilícia no Distrito Federal tenha o potencial de contribuir para o desenvolvimento urbano sustentável, a prática atual de flexibilização das exigências ambientais impede uma compatibilidade plena com os princípios da sustentabilidade. Observou-se que a política de regularização é pautada pela realidade consolidada das ocupações, o que, apesar de favorecer a inclusão social, ainda apresenta limitações quando se trata de minimizar os efeitos da impermeabilização e promover um ambiente urbano mais resiliente. A análise dos dados documentais e teóricos sugere que é fundamental uma revisão das normas urbanísticas e ambientais, visando um equilíbrio mais eficaz entre a regularização e a sustentabilidade ambiental (Forman, 1995; Ghisellini, Cialani e Ulgiati, 2016).

Propostas para Diretrizes Futuras

A partir dos achados do estudo, propõem-se diretrizes para fortalecer o papel da regularização edilícia na promoção da sustentabilidade ambiental. Essas diretrizes incluem:

Reforçar as exigências para instalação de sistemas de recarga e retenção de águas pluviais, com incentivos financeiros e subsídios para projetos em áreas de interesse social.

Integrar critérios técnicos e ambientais na definição das taxas de permeabilidade, considerando a capacidade do solo e o contexto hidrológico específico de cada região.

Ampliar as políticas de monitoramento e fiscalização das áreas regularizadas para garantir que as normas de sustentabilidade sejam efetivamente cumpridas.

Essas propostas visam contribuir para uma gestão mais sustentável das áreas urbanas regularizadas e minimizar os impactos negativos da impermeabilização do solo no Distrito Federal, promovendo um desenvolvimento urbano que equilibre inclusão social e preservação ambiental.

Esses resultados evidenciam que, enquanto a regularização fundiária e edilícia traz benefícios importantes para a população em situação de vulnerabilidade, há uma necessidade urgente de ajustar a legislação para incorporar práticas de desenvolvimento urbano mais sustentáveis e resilientes, que atendam às demandas sociais sem comprometer a função socioambiental da propriedade e a qualidade de vida nas áreas urbanas do Distrito Federal.

DISCUSSÃO

A discussão dos resultados obtidos neste estudo permite uma reflexão aprofundada sobre as práticas de regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal e suas implicações para o desenvolvimento urbano sustentável. A seguir, são abordados os principais pontos que emergiram da análise e suas relações com os objetivos da pesquisa.

Regularização Edilícia e os Desafios da Sustentabilidade Ambiental

A análise evidenciou que a regularização edilícia, embora essencial para assegurar direitos fundamentais à população residente em assentamentos informais, apresenta desafios significativos em relação à sustentabilidade ambiental. A prática de flexibilizar os parâmetros de permeabilidade com base na situação consolidada das ocupações reflete uma tentativa de adaptar as normas à realidade local. No entanto, como apontado por Oliveira (2022) e corroborado por Tundisi (2008), essa flexibilização tende a comprometer a capacidade do solo de absorver águas pluviais, intensificando problemas como enchentes e erosão.

Esse cenário indica que, embora a regularização edilícia possa promover inclusão social, ela também exige um comprometimento mais rigoroso com critérios ambientais para garantir que os benefícios sociais não sejam obtidos à custa de uma degradação ambiental irreversível.

Impacto da Flexibilização das Normas na Gestão das Águas Pluviais

Os resultados revelaram que a flexibilização das exigências para a instalação de sistemas de retenção e infiltração de águas pluviais representa um risco significativo para a resiliência ambiental do Distrito Federal, especialmente em áreas de grande impermeabilização. A falta desses sistemas compromete a recarga dos aquíferos e sobrecarrega a infraestrutura de drenagem urbana, fenômeno que foi evidenciado no estudo de Tundisi (2008) e na análise crítica de Oliveira (2022). Esse problema levanta a necessidade de políticas públicas que incentivem a instalação desses dispositivos em áreas regularizadas, especialmente em regiões de interesse social, onde os custos muitas vezes representam um obstáculo para a implementação de práticas sustentáveis. A revisão da Lei Complementar nº 929/2017 e do Decreto nº 44.037/2022 poderia incorporar incentivos para a instalação de sistemas de retenção e infiltração, promovendo, assim, uma gestão mais eficiente das águas pluviais em áreas regularizadas.

A Regularização como Instrumento de Justiça Social e seus Limites

A regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal tem um papel indiscutível na promoção da justiça social, ao assegurar que moradores de assentamentos informais obtenham acesso a direitos fundamentais, como segurança jurídica e infraestrutura urbana. Cardoso e Garcia (2023) destacam que a regularização fundiária oferece uma base para a inclusão social, facilitando o acesso a serviços públicos e melhorando a qualidade de vida dos moradores. Contudo, a pesquisa aponta que essa inclusão social, quando desassociada de práticas ambientais adequadas, pode gerar novos riscos para a sustentabilidade urbana. Assim, torna-se evidente a necessidade de uma abordagem que integre o desenvolvimento social com a sustentabilidade ambiental, garantindo que o acesso a direitos fundamentais não agrave os problemas ecológicos locais.

Necessidade de Revisão dos Parâmetros de Permeabilidade e das Normas Urbanísticas

A análise dos documentos e normas aplicáveis à regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal revelou que os parâmetros de permeabilidade, embora baseados em uma realidade consolidada das ocupações, muitas vezes não refletem as necessidades ambientais de longo prazo. Oliveira (2022) ressalta que a definição de taxas de permeabilidade com base na ocupação consolidada, sem a consideração de critérios técnicos e ambientais robustos, compromete a capacidade de mitigação dos impactos ambientais. Esse ponto indica uma lacuna na legislação urbanística, que deveria priorizar critérios de sustentabilidade para além da mera adaptação à realidade existente. A integração de estudos de impacto ambiental e de infraestrutura ecológica poderia contribuir para o aprimoramento dos parâmetros urbanísticos, promovendo um desenvolvimento mais equilibrado.

Propostas para um Modelo de Regularização Sustentável

Com base nos resultados obtidos e na revisão crítica da literatura, é possível sugerir um modelo de regularização que integre justiça social e sustentabilidade ambiental. Esse modelo poderia incluir incentivos para a adoção de práticas sustentáveis, como a instalação de sistemas de captação de águas pluviais e a utilização de materiais ecológicos nas construções regularizadas. Além disso, a criação de programas específicos para áreas de interesse social, que ofereçam apoio técnico e financeiro para a implementação de soluções sustentáveis, poderia contribuir para mitigar os impactos ambientais associados à regularização. A proposta de um modelo de regularização sustentável visa não apenas atender às necessidades habitacionais e de infraestrutura, mas também assegurar que as práticas de regularização contribuam para a resiliência urbana e a preservação ambiental.

Implicações para Políticas Públicas e Práticas de Planejamento Urbano

Os achados deste estudo apontam para uma necessidade urgente de reformulação das políticas públicas de regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal. A análise dos dispositivos legais, como o PDOT e o Código de Obras do

DF, revelou que, embora exista uma tentativa de adaptação das normas à realidade local, essa prática tem sido insuficiente para enfrentar os desafios ambientais da impermeabilização. A partir dessas evidências, recomenda-se que o governo do Distrito Federal reavalie suas práticas de planejamento urbano, incorporando critérios mais rigorosos de sustentabilidade e promovendo a integração entre as políticas de regularização e de proteção ambiental. Essa mudança de abordagem poderá garantir que as políticas de regularização não apenas atendam às necessidades sociais, mas também contribuam para a sustentabilidade a longo prazo.

Contribuições e Limitações do Estudo

Este estudo contribui para a compreensão dos impactos da regularização fundiária e edilícia sobre a sustentabilidade ambiental no Distrito Federal, destacando as lacunas e desafios na integração entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental. A análise revelou a importância de uma legislação que vá além da mera regularização, incorporando práticas de planejamento urbano que considerem a função socioambiental da propriedade. No entanto, o estudo também apresenta limitações, uma vez que a análise documental não abrange todas as variáveis locais e regionais que podem influenciar a eficácia das políticas de regularização. Futuras pesquisas poderiam incluir uma abordagem empírica, com dados de monitoramento das áreas regularizadas, para avaliar os impactos diretos e indiretos da impermeabilização do solo e das práticas de regularização sobre o meio ambiente e a qualidade de vida dos moradores.

CONCLUSÃO

Este estudo oferece uma análise abrangente sobre os desafios e as implicações da regularização fundiária e edilícia no Distrito Federal, com ênfase na sustentabilidade ambiental e na justiça social. Ao investigar o arcabouço legal vigente, especialmente o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) de 2009 e o Código de Obras do Distrito Federal de 2018, constatou-se que a tentativa de adaptar a legislação à realidade consolidada das ocupações urbanas irregulares tem sido uma estratégia pragmática para viabilizar a regularização em áreas amplamente ocupadas. Contudo, essa abordagem também levanta

questionamentos significativos quanto à sua eficácia em mitigar os impactos ambientais, especialmente aqueles relacionados à impermeabilização do solo.

O estudo identificou uma lacuna central: embora as políticas de regularização promovam a formalização de assentamentos e ofereçam segurança jurídica e melhorias na infraestrutura básica, as flexibilizações adotadas frequentemente comprometem a sustentabilidade a longo prazo. Essa situação é exacerbada pela falta de exigências rigorosas para a instalação de sistemas de retenção e infiltração de águas pluviais, indispensáveis para manter o ciclo hidrológico equilibrado e prevenir problemas como enchentes e degradação do solo. A ausência de uma regulamentação ambiental mais robusta nesses processos de regularização pode contribuir para a perpetuação de práticas insustentáveis, ampliando os riscos ambientais e os custos para a infraestrutura urbana.

Além disso, a análise revelou que o foco excessivo na adaptação das normas à situação existente limita o potencial da regularização edilícia de transformar o território de forma sustentável. Estudos prévios, como os de Oliveira (2022) e Tundisi (2008), alertam para o fato de que uma regularização desassociada de critérios técnicos e ambientais robustos pode agravar os problemas já existentes nas áreas urbanas, especialmente em regiões de baixa permeabilidade, como Vicente Pires e Sol Nascente. Tais práticas evidenciam que, embora a regularização edilícia seja um passo necessário para garantir a inclusão social, ela precisa ser acompanhada de um planejamento ambiental estratégico que assegure a preservação dos recursos naturais e a resiliência das cidades frente aos eventos climáticos extremos.

Nesse contexto, torna-se imprescindível propor um modelo de regularização fundiária e edilícia que não se limite a formalizar ocupações, mas que também incorpore diretrizes claras de sustentabilidade. Esse modelo deve incluir incentivos para a implementação de soluções sustentáveis, como sistemas de captação e retenção de águas pluviais, e promover a integração entre as políticas de urbanização e as práticas de preservação ambiental. Ademais, a adaptação da legislação deveria considerar tanto as condições consolidadas das ocupações quanto as necessidades ambientais do Distrito Federal, evitando que a regularização apenas legitime ocupações insustentáveis.

Outro ponto crucial destacado pela pesquisa é a importância de uma abordagem participativa e adaptativa na criação e implementação das políticas

de regularização. O envolvimento ativo das comunidades locais e dos agentes públicos, conforme observado em outros contextos urbanos no Brasil (Cardoso e Garcia, 2023; Santos Corrêa, 2021), é fundamental para garantir que as práticas adotadas estejam alinhadas às realidades socioeconômicas e ambientais das áreas regularizadas. Esse envolvimento favorece uma regularização que não apenas atende às necessidades imediatas da população, mas também promove uma consciência ambiental coletiva e uma responsabilização comunitária na gestão sustentável do território.

Portanto, este estudo contribui para o campo das políticas de regularização ao evidenciar a necessidade de uma legislação mais equilibrada, que considere a função socioambiental da propriedade e o compromisso com a sustentabilidade urbana. Para além da mera formalização das ocupações, a regularização fundiária e edilícia deve ser entendida como uma oportunidade de reestruturar o território urbano de forma sustentável, promovendo um desenvolvimento urbano que seja inclusivo e ambientalmente responsável.

Dessa forma, as lições obtidas com a análise do Distrito Federal podem servir de referência para outras regiões brasileiras que enfrentam desafios semelhantes. A adoção de práticas de planejamento urbano que integrem a sustentabilidade com a justiça social é crucial para enfrentar os problemas decorrentes da urbanização acelerada e para assegurar um futuro urbano mais resiliente e sustentável. Este trabalho destaca, por fim, que as políticas de regularização, quando bem planejadas e implementadas, podem se tornar um pilar central para o desenvolvimento urbano sustentável, promovendo a inclusão social sem comprometer os recursos ambientais que sustentam as cidades.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Dra. Angela Mitie Otta Kinoshita, por sua orientação, paciência e apoio durante todo o processo. Também agradeço aos meus coorientadores, Dra. Jacqueline R. Tamashiro e Dr. Lucas Prado Osco, cujas sugestões e contribuições foram fundamentais para o

desenvolvimento deste estudo. Sou grato pela oportunidade de aprender com profissionais tão gabaritados.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, que me apoiaram e contribuíram ao longo deste percurso, agradeço pela compreensão durante os momentos de ausência e pelas trocas de conhecimento que tanto enriqueceram minha trajetória acadêmica e profissional.

A minha família, especialmente à minha esposa, Deyse, que sempre esteve ao meu lado. Vocês são minha base, e sem o carinho e a paciência de cada um, não teria sido possível chegar até aqui.

Por fim, não posso deixar de mencionar meus cinco amigos de quatro patas, Mary Jane, Jessica Jones, Jean Grey, Tony Stark e Jack Sparrow, que trouxeram alegria e conforto nos dias mais desafiadores. A presença e a lealdade deles sempre trouxeram um alívio nos momentos de tensão, uma lembrança constante de que os melhores amigos estão sempre ao nosso lado, seja qual for a jornada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). **Resolução nº 26, de 17 de agosto de 2023**. Estabelece procedimentos gerais para requerimento e obtenção de registro de uso, de outorga prévia e de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o lançamento de águas pluviais em corpos hídricos superficiais de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e estados, e dá outras providências. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF, 17 agosto 2023. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/2d26a13d75454f7bba4c82cb3163ab6a/adasa_res_26_2023.html#titlV_art24. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jul. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13465.htm. Acesso em: 01 ago. 2024.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL (CODEPLAN). **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) 2021**. Brasília, DF: CODEPLAN, 2021. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2021-3/>. Acesso em: 11 out. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 40.254, de 29 de outubro de 2019**. Regulamenta a Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. 2019. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/7b8b0c0b50d34709b9345216497d38ad/Decreto_40254_11_11_2019.html. Acesso em: 11 out. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 42.269, de 06 de junho de 2021**. Regulamenta a Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. 2021. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/7b8b0c0b50d34709b9345216497d38ad/Decreto_40254_11_11_2019.html. Acesso em: 12 out. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 43.056, de 4 de fevereiro de 2022.** Regulamenta o Código de Obras e Edificações do Distrito Federal (Lei nº 6.138, de 26 de abril de 2018). 2022. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/9652bb98f3da4134bb9f03e6289361b5/Decreto_43056_03_03_2022.html. Acesso em: 18 ago. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 44.037, de 20 de dezembro de 2022.** Regulamenta a Lei Complementar nº 929, de 28 de julho de 2017. 2022. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/c1052264765f4445bb274d54b175f469/Decreto_44037_20_12_2022.html. Acesso em: 21 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 44.860, de 2 de agosto de 2023.** Introduz alterações nos Decretos nº 42.269/2021 e nº 43.056/2022, permitindo a emissão de carta de habite-se provisória para as unidades residenciais em lotes públicos. 2023. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/f3273cb2d6b143a79db174b828e01c87/Decreto_44860_17_08_2023.html. Acesso em: 21 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 929, de 28 de julho de 2017.** Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal e dá outras providências. 2017. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/e8ac10b417504d6fb30227641c9bd949/Lei_Complementar_929_28_07_2017.html. Acesso em: 21 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Distrital nº 6.269, de 29 de janeiro de 2019.** Institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal - ZEE-DF. 2019. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/912a61dfc1134ffebb691aa3e864673e/Lei_6269_29_01_2019.html. Acesso em: 21 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 3.677, de 13 de outubro de 2005 (revogada pela Lei Complementar nº 929, de 28/07/2017).** Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação de reservatórios de captação de água para edificações coletivas residenciais. 2005. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/51604/Lei_3677_13_10_2005.html. Acesso em: 23 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 4.671, de 10 de novembro de 2011 (revogada pela Lei Complementar nº 929, de 28/07/2017).** Altera a Lei nº 3.677, de 13 de outubro de 2005. 2011. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/69904/Lei_4671_10_11_2011.html#:~:text=LEI%20N%C2%BA%204.671%2C%20DE%2010%20DE%20NOVEMBRO%20DE%202011&text=Altera%20a%20Lei%20n%C2%BA%203.677,Federal%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 24 set. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 803, de 25 de abril de 2009.** Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT e dá outras providências. 2009. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/60298/Lei_Complementar_803_25_04_2009.html. Acesso em: 21 set. 2023.

OLIVEIRA, Aline da Nóbrega. **As Áreas Verdes nos Padrões de Ocupação do Solo Urbano no Distrito Federal e Seu Papel na Provisão de Serviços Ecossistêmicos Hídricos.** 2022. 184 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2022. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/44154>. Acesso em: 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.* Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 ago. 2024.

ROCHA, Marecilda Sampaio da. **Ator principal ou coadjuvante?: o papel do planejamento urbano oficial na ocupação do território do DF.** 2021. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/42699>. Acesso em: 2021.

MESQUITA, Felipe Nunes; SILVESTRE, Karina Serra; STEINKE, Valdir Adilson. Urbanização e degradação ambiental: análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires, DF, utilizando imagens aéreas do ano de 2016. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 3, p. 722-734, 2017. Disponível em: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:MjfxrP5eyagJ:scholar.google.com/+IMPERMEABILIZA%C3%87%C3%83O+DO+SOLO,+OCUPA%C3%87%C3%83O+IRREGULAR&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 2017.

REVITALIZAÇÃO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO E A REDUÇÃO DAS PERDAS HÍDRICAS NO DISTRITO FEDERAL

Edvan Sousa Ribeiro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Paula Alves Favareto

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Edson Assunção Mareco

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maíra Rodrigues Uliana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Kelly Cristina Tonello

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Marcelo Rodrigo Alves

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: As perdas de água em canais de irrigação representam um desafio significativo para a gestão dos recursos hídricos, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água é limitada. O artigo analisa perdas hídricas, através de quatro ensaios de medição de vazão em canais de irrigação não revestidos do Distrito Federal. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa básica do tipo bibliográfica e documental, as medições foram feitas em trechos selecionados, utilizando três distintos métodos: molinete hidrométrico, ADV – *Flow Tracker* e flutuador. Os dados foram analisados com o auxílio do *Microsoft Excel*. **Resultados:** Os resultados indicam perdas significativas, com variações entre 19,26% (Rodeador), até 89,54% (Lagoinha). A eficiência média dos canais estudados foi de 43,26%, o que significa que 57,68% da água captada é perdida. Com base nas estimativas das vazões de todos os 65 canais do DF, a economia de água com as Ações de Revitalização de Canais de Irrigação (ARCI) seria de aproximadamente 1.280 l/s, o suficiente para abastecer uma cidade com 790 mil habitantes. **Conclusão:** Assim, os esforços que tem sido feitos no sentido de revitalizar os canais de irrigação do DF tem refletido na melhoria da eficiência do uso da água na região, e estes esforços convergem para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do ONU, especialmente os ODS 02 e 06, que buscam a implantação de práticas de uso sustentável da água nos diferentes setores.

Palavras-chave: sustentabilidade; recursos hídricos; molinete hidrométrico; infiltração; flutuador.

INTRODUÇÃO

O Distrito Federal (DF) apresenta uma sazonalidade climática própria, com seis meses de chuvas regulares seguidos por um período de seca, durante o qual raramente chove (Adasa, 2024). Assim, durante a construção de Brasília, tornou-se necessária a criação de uma infraestrutura hídrica capaz de garantir o fornecimento constante de água para os agricultores ao longo do ano, permitindo assim, o cultivo de hortaliças e frutas durante todo o ano, formando um cinturão verde capaz de atender a demanda crescente por alimentos frescos na capital. Atualmente, essa rede de canais, que se estende por cerca de 243 km e atende mais de 1.050 propriedades rurais, enfrenta desafios significativos, incluindo altas perdas de água provocadas pelo assoreamento, infiltração, além de problemas na gestão dos recursos hídricos.

Esses problemas foram agravados durante a crise hídrica vivida pelo DF entre os anos de 2015 e 2017, quando as intervenções do poder público se tornaram necessárias para mitigar os impactos negativos sobre os produtores rurais e preservar os mananciais que abastecem a população urbana da capital. As perdas de água nos canais são responsáveis por reduzir a eficiência desses sistemas, gerando impactos negativos, de ordem econômica, social e ambiental, além de fomentar conflitos pelo uso da água.

Em um cenário de crescente demanda mundial por alimentos, a eficiência dos sistemas de irrigação e transporte da água é de grande importância para a segurança hídrica e a sustentabilidade da agricultura irrigada (Rodrigues *et al.*, 2017). Segundo a FAO (2020), a demanda mundial por água tem aumentado enquanto a disponibilidade de água doce por pessoa diminuiu em 20% nas últimas duas décadas.

Já Cunha *et al.* (2019), lembram que, a agricultura é responsável por 70% do consumo de toda água doce consumida no mundo, e que, embora as áreas irrigadas representem 20% das áreas cultivadas, essas áreas produzem 40% dos alimentos consumidos no mundo.

Segundo Sibale *et al.* (2021), "na agricultura irrigada, a transferência de água com perdas mínimas pode ajudar a aumentar a eficiência da irrigação, poupando assim grandes quantidades de recursos hídricos".

As perdas de água nos canais do DF são problemas crônicos, e vinha afetando grande parte dos sistemas em operação, onde, de forma sistemática, nos trechos finais desses canais, muitos produtores enfrentam escassez, levando à redução das áreas plantadas e a conflitos, que em casos extremos resultaram em violência. Além disso, em algumas unidades hidrográficas, há concorrência entre irrigantes e o abastecimento público.

Em geral, as maiores perdas de água nesses canais ocorrem devido a infiltração. Segundo Vilarinho *et al.* (2013), a infiltração é o processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo, onde esse movimento é diretamente dependente das características físico hídricas do solo e pode ser descrito pela taxa de infiltração. Como ferramenta de enfrentamento a escassez hídrica, o poder público vem atuando através de implantação das Ações de Revitalização de Canais de Irrigação (ARCI), que consiste em revestir os canais com tubulações de policloreto de vinila (PVC) ou polietileno de alta densidade (PEAD), materiais eficientes e duráveis para a distribuição de água por gravidade. Com essas ações, as perdas de água são praticamente eliminadas.

Durante a crise hídrica, alguns dos maiores sistemas de abastecimento de água para irrigação do DF tiveram restrições no abastecimento. Os maiores canais, caso do Rodeador e Santos Dumont, passaram por rodízios e até mesmo por suspensões no abastecimento, além de terem as vazões de captação reduzidas por determinação da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA).

Com o agravamento da escassez hídrica e os problemas enfrentados pelos agricultores, foram feitos alguns trabalhos pontuais para estimar as perdas em diversos canais do DF, especificamente regiões administrativas de Brazlândia e Planaltina, pois essas regiões se destacam na produção de hortaliças, grãos e frutas.

Os ensaios de medições foram realizados por equipes da ADASA, Companhia Ambiental de Saneamento do Distrito Federal (CAESB), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/DF) e da Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural (SEAGRI). As medições ocorreram nos canais Guariroba, Tabatinga, Rodeador e Lagoinha.

Em consonância com a Agenda 2030, em especial relacionado com o ODS 06, que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (Silva, 2018). Este trabalho tem como objetivo estimar as perdas

de água nos canais de irrigação do DF e avaliar a economia de água obtida com as ARCI. Esses resultados permitirão avaliar o impacto dessas perdas tanto para a agricultura local, como para o abastecimento urbana do DF.

MÉTODOS

Existem diferentes métodos para se medir a vazão de um canal de irrigação ou curso d'água, sendo que, a escolha do método vai depender das condições físicas do local, do volume de água e da disponibilidade de equipamentos. Segundo De Carvalho (2008), os métodos mais tradicionais para esse fim são: medição direta, flutuador, molinetes, equipamentos eletromagnéticos, ultrassons, doppler e até via satélite para sistemas de maior envergadura.

Já Miranda (2002), afirma que, o volume da água perdida é um importante indicador de eficiência de um sistema, e chama atenção para o fato que, no Brasil, o indicador de perdas em % é amplamente utilizado, e que em outros países, tem havido uma preferência por indicadores mais completos, como por exemplo, l/s/km.

Para o alcance dos objetivos propostos, foi adotada uma abordagem de análise quantitativa, a partir dos dados de vazão nos quatro canais selecionados. Ao todo, foram utilizados três métodos de medições diferentes: molinete hidrométrico (canal Guariroba), ADV - Flow Tracker (canal Rodeador) e flutuador (canais Tabatinga e Lagoinha).

Após a coleta dos dados em campo, os dados de cada canal do estudo foram submetidos as análises, onde foram calculadas a eficiência de cada canal, bem como determinado o indicador de perdas em l/s/km.

Assim a eficiência desses sistemas, foram calculadas baseado na equação "1" proposta por Sibale *et al.* (2021), onde a eficiência é dada em %.

$$E_t = \frac{W_1}{W_0} * 100 \quad (1)$$

Onde:

E_t = Eficiência de Transporte

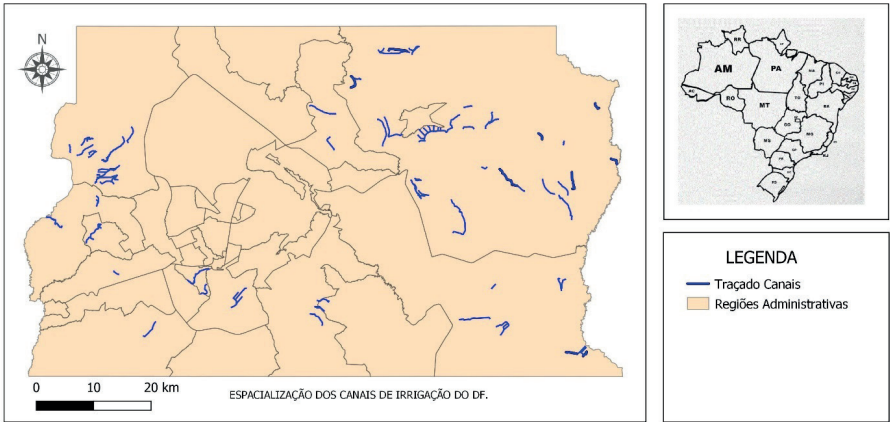
W_1 = Volume de água entregue

W_0 = Volume de água liberado no sistema.

Delimitação da área do estudo

A área de inferência para o estudo tem como delimitação espacial a região geográfica do Distrito Federal, uma vez que os canais de irrigação estão distribuídos em diferentes regiões administrativas do território, sendo que os dados para análise foram coletados em canais das regiões de Brazlândia e Planaltina, conforme Figura 1.

Figura 1 - Delimitação espacial da área de estudo.



Fonte: autor, 2024.

Coleta dos dados

A coleta de dados foi feita em campo, utilizando os diferentes métodos de medição, onde em cada um deles seguiu seus próprios procedimentos.

Os valores das precipitações ocorridas nos dias anteriores as medições de vazão podem ser observadas na Tabela 1. Estes dados das precipitações foram coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Embora haja registros de precipitações em algumas das regiões do estudo, não significa que obrigatoriamente estas tenham ocorrido nas áreas de recarga desses sistemas, assim, optou-se por não considera esses dados nos cálculos das vazões.

Tabela 1 - Dados de precipitação do dia anterior as medições de vazão.

Canal	Data da medição	Precipitação na Região Administrativa no dia anterior (mm)
Guariroba	30/03/2016	0,00
Tabatinga	05/02/2018	54,60
Rodeador	02/06/2022	0,00
Lagoinha	11/01/2024	11,60

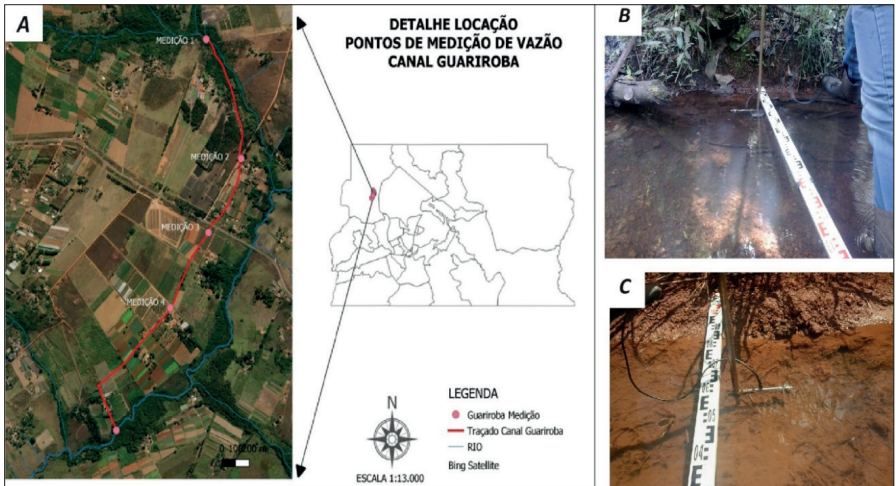
Fonte: INMET, 2024.

Método do molinete hidrométrico

Segundo De Carvalho (2008), o molinete hidrométrico é o método de medição de vazão mais utilizado hoje em dia, devido sua precisão e ao baixo custo do equipamento. Nesse método, a vazão é calculada com base na rotação de uma hélice em profundidades variadas de uma seção de rio ou canal, sendo que, o sistema também utiliza uma tabela de calibragem, própria do equipamento.

Este método foi utilizado no canal Guariroba, onde as medições de vazão foram realizadas a partir do ponto de captação do canal (córrego Guariroba), conforme Figura 2.

Figura 2 - Medições de vazão canal Guariroba: (A) mapa de visão geral; (B) P1- Medição na captação; e (C) P3 – terceiro ponto de medição.



Fonte: autor, 2024.

Ao final, foram realizadas medições em quatro pontos e referenciados como: P1 - captação, P2 - jusantes estrada de terra, P3 - jusante pista pavimentada

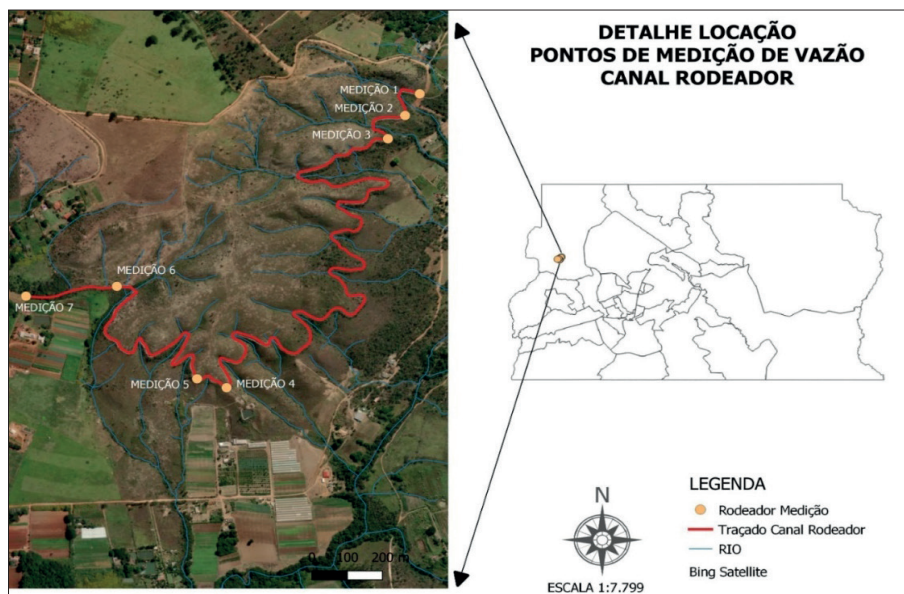
e P4 - plantio de citros (último ponto em que foi possível realizar a medição, devido à baixa vazão).

Método do ADV-FlowTracker

Em relação ao equipamento de medição usado, Palman *et al*/ (2015) explica que o FlowTracker ADV (Acoustic Doppler Velocity) é uma tecnologia de alta precisão e de uso amplo, podendo ser utilizado em diferentes condições ambientais de temperatura e qualidade da água, além de conseguir realizar medições em profundidades de até 4 cm.

Este método foi utilizado para o canal Rodeador, onde as medições foram realizadas por técnicos da ADASA, acompanhados por técnicos da EMATER e representantes do Condomínio do Sistema de Irrigação Rodeador (COSIR). Neste canal, considerado o maior do DF com aproximadamente 32 km, as medições ocorreram em um trecho central do canal principal, que compreendia um trecho de morros, além de segmentos com leito rochoso, Figura 3.

Figura 3 - Locais de medições de vazão canal Rodeador.



Fonte: autor.

Nesse ensaio, as medições foram feitas em sete pontos do trecho, normalmente coincidindo com os locais de derivação para as propriedades atendidas, ou em locais com melhor acesso para as medições.

Método do flutuador

Segundo Dos Santos e De Assis Ferreira (2019), medições utilizando o método do flutuador, consiste em medir a velocidade da água usando objetos flutuantes em trechos pré-determinados, com isso, consegue-se a velocidade média do fluxo da água. Com os dados da velocidade do fluxo e da área da seção transversal do canal, calcula-se a vazão (Q). Para esse cálculo, foi usada a equação "2" descrita por Dos Santos & De Assis Ferreira (2019), usando o fator de correção¹ para uma maior precisão do método, de acordo com as características do canal estudado.

$$Q = (A \times L \times C) / T \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Onde:

A = média da área do rio/canal;

L = comprimento da área de medição,

C = coeficiente ou fator de correção, e

T = tempo que o flutuador leva para se deslocar no comprimento L .

Já para o cálculo da área média do canal (A), foi colocado uma régua na transversal do canal e medido as alturas a cada 0,1 m. Os dados foram inseridos no programa Sketchup, o qual calculou as áreas de cada seção medida. Depois disso, foi calculada a média das seções para cada ponto de medição. O comprimento do trecho de cada medição foi de 10 metros e fator de correção = 0,9. Foram feitas três repetições de medida de tempo para cada ponto.

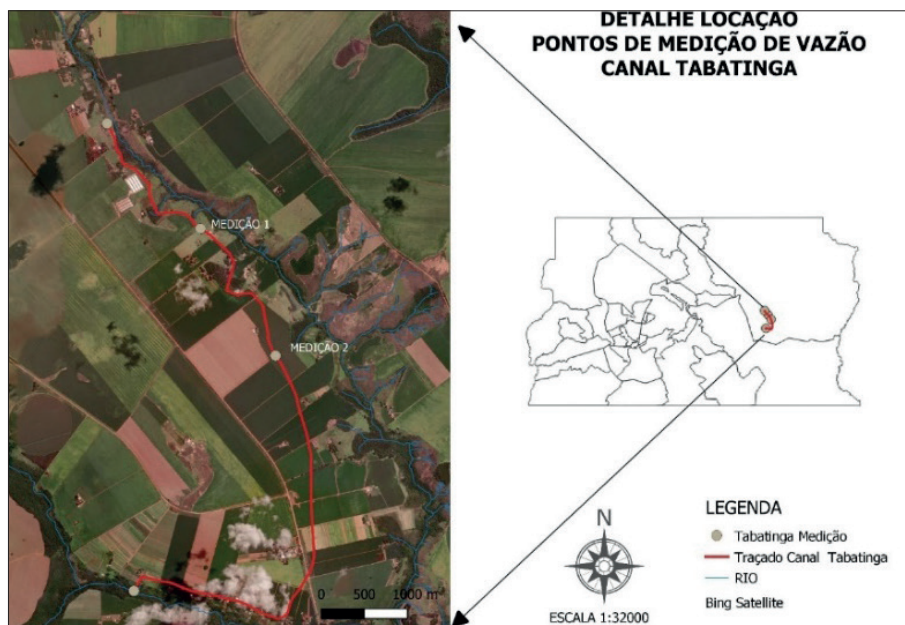
Este método foi empregado nas medições de vazão dos canais Tabatinga e Lagoinha. Para as medições de vazão adotada nesses dois canais, foi utilizada uma garrafa pet de 500 ml como flutuador, preenchida com 2/3 de água. Para

¹ O fator de correção é normalmente utilizado para evitar erros na medição de vazão, geralmente é utilizado o valor 0,8 quando ocorre a presença de pedras no leito do canal, e 0,9 quando o fundo é barrento.

uma medição mais precisa, foram procurados trechos do canal com perfis mais regulares e com seções menos sinuosas.

O **canal Tabatinga** está localizado na região administrativa de Planaltina, e atende 36 propriedades da região. Nesse canal, as medições foram realizadas em apenas dois pontos, compreendidos no trecho central do sistema, conforme Figura 4.

Figura 4 - Locais de medições de vazão canal Tabatinga.

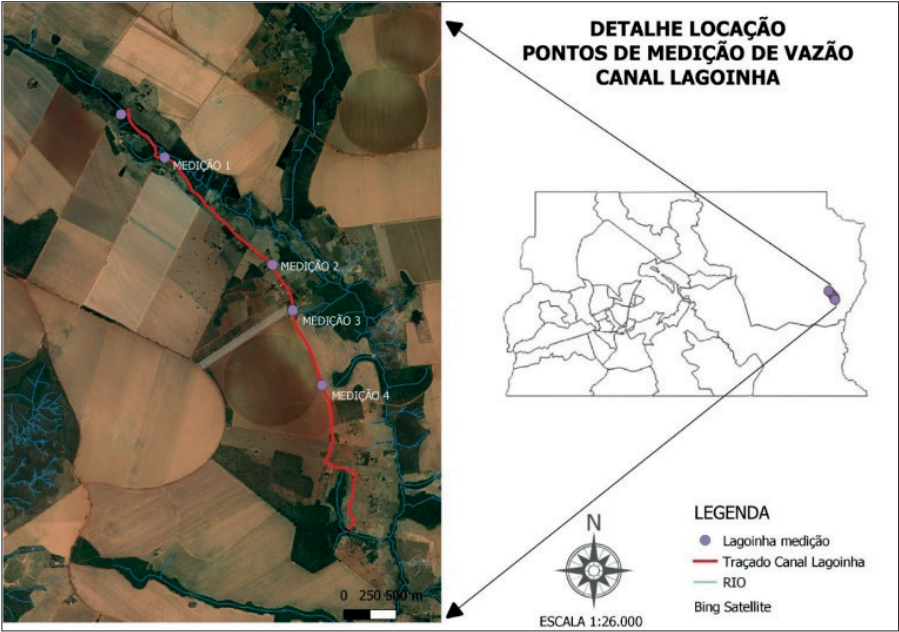


Fonte: autor.

Com os resultados das áreas de cada seção nos pontos medidos e da média de tempo que a garrafa percorreu os 10 metros, foram calculadas as vazões e perdas desse canal.

O **canal Lagoinha** também está localizado na região administrativa de Planaltina, e nesse ensaio de medição foram feitas em quatro pontos, próximo a captação e em outros três pontos estratégicos, sendo o quarto ponto, considerado com vazão igual a zero, pois era até onde a água chegava e já não avançava. Os pontos de medição podem ser observados na Figura 5.

Figura 5 - Pontos de medição de vazão canal Lagoinha.



Fonte: autor, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta de dados em campo, os dados de vazão e perdas foram calculados com o uso do Excel, onde os resultados são apresentados para cada um dos canais estudados.

Canal Guariroba

Neste canal, as medições compreenderam um trecho total de 1,97 km, onde os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado das medições de vazão do canal Guariroba.

Ponto	Descrição	Comprimento aproximado do trecho (m)	Vazão medida (l/s)	Derivação no trecho (l/s)	Perda (l/s)	Perda (%)	Perda relativa (l/s/km)
P1	Local da captação	0	66	0	0,00	0,00%	0,00
P2	Jusante estrada de terra	880	28	6	-32	-48,48%	36,36
P3	Jusante estrada pavimentada	520	4	10	-14	-21,21%	26,92
P4	Plantação de citros	570	1	4	1	1,51%	-1,75
Totais		1970			-45	68,18%	22,84

Fonte: autor, 2024.

As análises apontaram uma perda total de 68,18 % do volume captado, com uma média de perdas de 22,84 l/s por quilômetro. Por ocasião da medição, a água não chegava até o final do canal, deixando várias propriedades sem abastecimento. Assim a eficiência desse sistema, conforme Sibale *et al.* (2021), foi de apenas 31,8%.

Canal Rodeador

Nesse canal, a extensão total do trecho medido foi de 3,82 km, e os resultados dos cálculos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado das medições de vazão do Rodeador.

Ponto	Descrição	Comprimento aproximado do trecho (m)	Vazão medida (l/s)	Derivação no trecho (l/s)	Perda (l/s)	Perdas (%)	Perda relativa (l/s/km)
P1	Jusante estrada de acesso	0	462	0	0	0,00%	0
P2	Jusante Derivação 01	150	455	3	-4	-0,88%	26,67
P3	Jusante Derivação 02	170	450	3	-2	-0,43%	11,76
P4	Jusante Derivação 03 e 04	2292	396	6	-48	-10,39%	20,94
P5	Jusante Derivação 05	106	379	3	-14	-3,03%	132,08
P6	Final trecho sinuoso	842	372	0	-7	-1,51%	8,31
P7	Final (montante ramal 01)	260	358	0	-14	-3,03%	53,85
Totais		3820		15	-89	19,26%	23,30

Fonte: autor, 2024.

As análises desse ensaio apontaram uma perda relativa de 19,26 % no trecho medido, com uma média de 23,30 l/s por quilômetro de canal. Nesse canal a eficiência de transporte ficou em 80,74%. Na época do ensaio, essas perdas foram

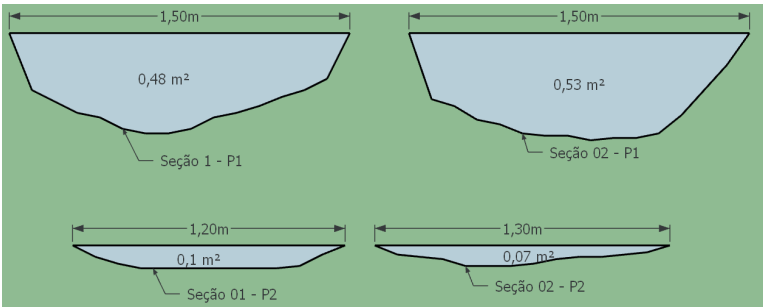
consideradas baixas em relação aos outros sistemas, no entanto, por se tratar do maior canal do DF e concorrer diretamente com o abastecimento humano, essas perdas não devem ser desprezadas.

Embora o resultado nas medições no trecho escolhido terem apontado uma perda de 19,26%, esse estudo pode ser comparado com as medições realizadas por Pereira (2023), onde, analisando um trecho de 7,14 km do mesmo canal e fazendo medições periódicas, encontrou perdas variando entre 29,07% e 47,5%.

Canal Tabatinga

Neste canal, a extensão do trecho medido foi de 2,06 km. Para o cálculo da vazão foi considerada uma área média de 0,505 m² no ponto de medição P1, e 0,085 m² no ponto de medição P2, conforme cálculo de áreas apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Cálculos das áreas das seções transversais dos pontos P1 e P2 do canal Tabatinga através do SketShup.



Fonte: autor, 2024.

Já os dados de vazões e perdas para este canal, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado das medições de vazão do canal Tabatinga.

Ponto	Descrição	Comprimento aproximado do trecho (m)	Vazão medida (l/s)	Derivação no trecho (l/s)	Perda (l/s)	Perda (%)	Perda relativa (l/s/km)
P1	Chácara 105	0	70	0	--	0,00%	--
P2	Chácara 109	2060	23	12	-35	-50,00%	16,99
Totais		2060	-	12	-35	-50,00%	16,99

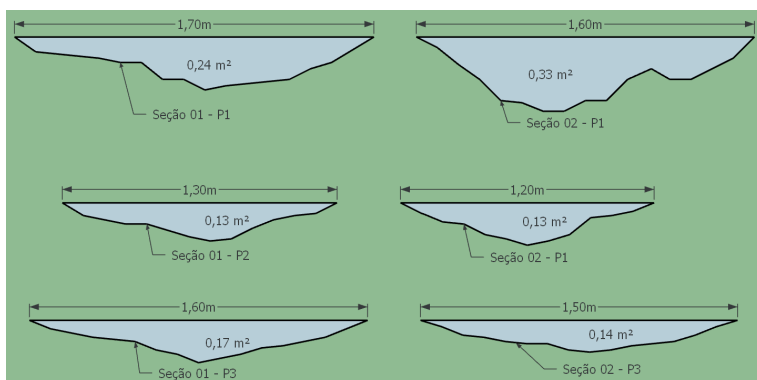
Fonte: autor, 2024.

As análises desse ensaio apontaram uma perda relativa de 50,0 % no trecho medido, com uma média de 16,99 l/s por quilômetro de canal. Assim a eficiência de transporte ficou em 50,0%, se mostrando compatível com as perdas esperadas pelos gestores dos órgãos envolvido com as ARCI. Além disso, os resultados estão de acordo com outros estudos realizados em diversas partes do mundo, como os trabalhos de (Abu-Khashaba, 2013; El-Nashar e Elyamany, 2018; Mohammadi; Rizi; Abbasi, 2019) que citaram perdas variando de 30 a 50% dos volumes captados.

Canal Lagoinha

Neste canal, a extensão do trecho medido foi de 2,81 km. Para o cálculo das vazões foram consideradas as áreas médias de 0,285 m² no ponto de medição P1, 0,13 m² no ponto de medição P2, 0,22 m² no ponto P3 e “zero” no ponto P4 (ponto em que a água já não conseguia avançar), conforme cálculo de áreas apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Cálculos das áreas das seções transversal, P1, P2 e P3 do canal Lagoinha, através do SketShup.



Fonte: autor.

Já os dados de vazões e perdas para este canal, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado das medições de vazão canal Lagoinha.

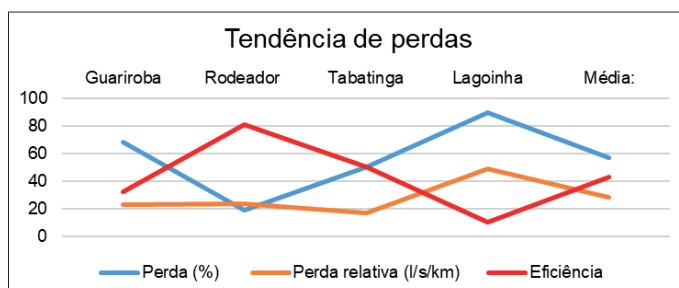
Ponto	Descrição	Comprimento aproximado do trecho (m)	Vazão medida (l/s)	Derivação no trecho (l/s)	Perda (l/s)	Perda (%)	Perda relativa (l/s/km)
P1	Chácara 64	0	153	0	0	0,00%	0
P2	Chácara 62	1507	30	6	-117	-76,47%	77,64
P3	Chácara 62-A	500	21	8	-1	-0,65%	2,00
P4	Chácara 61 (Pivô)	800	0	2	-19	-12,42%	23,75
Totais		2807	-	16	-137	-89,54%	48,81

Fonte: autor.

As análises desse ensaio apontaram uma perda relativa de 89,54 % no trecho medido, com uma média de 48,81 l/s por quilômetro de canal. Nesse canal a eficiência de transporte ficou em 10,46%. A elevada perda nesse canal explica o histórico de conflitos pela água nesse sistema, que depois de vários anos de mobilização dessa comunidade, veio a receber as ARCI no ano de 2024.

Assim, a Figura 8 consolida os achados das perdas de água dos quatro canais avaliados, destacando os indicadores em %, l/s/k e a eficiência dos sistemas.

Figura 8 - Linha de tendência dos indicadores de eficiência e perdas.



Fonte: autor.

Observa-se primeiramente na Figura 7 que, a eficiência desses sistemas é inversamente proporcional as perdas, e que a eficiência média dos canais avaliados foi de 43,26%. Em relação ao indicador de perdas em l/s/km, a média ficou em 27,98. Também é possível identificar que as curvas dos indicadores de perdas em percentual (%) e em litros por segundo por km (l/s/k) não seguem o mesmo padrão de curva.

Considerando o indicador de perdas em %, pode-se fazer uma estimativa geral de economia de água coma as ARCI. Baseado no universo de canais existentes no DF e seus volumes outorgados², e que as retiradas deveriam ser da ordem de 2.256 l/s, conclui-se que: baseado nos achados, essas perdas médias são da de 56,75% dos volumes captados, assim, estamos falando de perdas da ordem de 1.280 l/s, o que seria suficiente para abastecer uma população de mais de 790³ mil pessoas ou até mesmo, dobrar as áreas irrigadas atendidas por esses sistemas. Caso fosse considerado o indicador em l/s/km, esses valores seriam quatro vezes maiores, e estaríamos falando de uma economia de água suficiente para abastecer cerca de 4 milhões de pessoas.

CONCLUSÃO

Os achados do estudo indicam que existem significativas perdas de água nos canais de irrigação do Distrito Federal, no entanto essas perdas parecem variar significativamente em cada canal.

Embora o indicador (l/s/km) proposto por Miranda (2002) pareça ser viável de ser utilizado em sistemas tubulados, é provável que este indicador não seja adequado para esse estudo, pois a área de contato da água com as paredes dos canais (perímetro molhado) pode variar muito em função da geometria, presença de vegetação e da própria declividade dos sistemas e, no caso de canais de baixas vazões, a redução do perímetro molhado tende a ser menor. Assim, esse indicador poderia superestimar essas perdas.

No caso do canal Guariroba, há uma incoerência dos dados de medição do 3º para o 4º ponto, onde teoricamente a vazão teria aumentado em 1,0 l/s, essa incoerência pode estar relacionada a diminuição da retirada no trecho ou ao nível de precisão do equipamento (molinete hidrométrico), considerando a baixa vazão medida no ponto 04. Da mesma forma, quando comparado com os achados de Pereira (2023), onde a autora encontrou valores diferentes para

² Volumes outorgados se referem aos volumes autorizados para atendes as demandas dos usuários, sendo que, devido as perdas, geralmente são captados volumes superiores aos outorgados.

³ Baseado no consumo per capita do DF de 140 litros dia/pessoa - Relatório de Monitoramento Regular do Consumo de Água Tratada no Distrito Federal. Fonte: ADASA/2020.

as perdas no canal do Rodeador, há de se considerar que os resultados dessas medições são influenciadas por fatores temporais e ambientais, pois diferenças nas vazões influenciam diretamente nas perdas.

Sugere-se que novos trabalhos sejam feitos, incluindo testes de medição de vazão em canais de baixas vazão, bem como naqueles já tubulados, pois como lembram (Mohammadi; Rizi; Abbasi, 2019), mesmo em avaliações feitas em canais revestidos no Paquistão, Índia, Turquia e Egito, foram encontradas eficiências que variam de 55 a 90%.

Dessa forma, as Ações de Revitalização de Canais de Irrigação mostram-se uma ação eficiente para a redução das perdas de água, garantindo o atendimento das necessidades dos agricultores e contribuindo para a manutenção dos níveis dos reservatórios que abastecem a população urbana do DF. Não menos importante, estas ações estão alinhadas com a agenda 2030, especialmente quando se fala em “retiradas sustentáveis”, propostos pelos ODS 6.

REFERÊNCIAS

ABU-KHASHABA, M. I. Innovating impermeable concrete appropriate for canal lining using a specific mixing ratio and applying it to a pilot reach. **JES. Journal of Engineering Sciences**, v. 41, n. 3, p. 900-918, 2013.

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Esgoto e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Nota Técnica N.º 7/2024 - ADASA/SRH/CORH**. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/consultas_publicas/CP-004-2024/NotaTecnica_Extrema_Versao_Consulta.pdf. Acessado em: 15 set. 2024.

CUNHA, H. *et al.* A comprehensive water balance methodology for collective irrigation systems. **Agricultural water management**, v. 223, p. 105660, 2019.

DE CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, n. 1, p. 73-85, 2008.

DOS SANTOS, C. O.; DE ASSIS FERREIRA, J. Método do flutuador como ferramenta para monitoramento do comportamento hidrológico de córrego urbano. **Holos Environment**, v. 19, n. 4, p. 614-639, 2019.

EL-NASHAR, W. Y.; ELYAMANY, A. H. Value engineering for canal tail irrigation water problem. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n. 4, p. 1989-1997, 2018.

FAO. 2020. The State of Food and Agriculture 2020. **Overcoming water challenges in agriculture. Rome**. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>, p. 18.

MAINARDES, J. Abordagem do ciclo de políticas: uma contribuição para a análise de políticas educacionais. **Educação & Sociedade**, v. 27, p. 47-69, 2006

MIRANDA, E. C. **Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água** – Indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade, 2002, [Distrito Federal] p. 200. Dissertação (Mestrado em engenharia) — Faculdade de tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2002.

MOHAMMADI, A.; RIZI, A. P.; ABBASI, N. Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin Irrigation Scheme, Iran. **Global Ecology and Conservation**, v. 18, p. e00646, 2019.

PALMAN, L. *et al.* Medições no laboratório com equipamento Flowtraker® (ADV). *In: IV Simpósio sobre Métodos Experimentais em Hidráulica*, 2015.

PEREIRA, G. G. (2023). **Análise quantitativa e valoração econômica das perdas hídricas no canal de irrigação do Rodeador - DF**. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 65 p.

RODRIGUES, L. N. *et al.* **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. 2017.

SANTOS, I. dos *et al.* **Hidrometria Aplicada**, Curitiba: Editora CEHPAR–Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza, 2001.

SIBALE, D. *et al.* Avaliação do desempenho do fornecimento de água do esquema de irrigação de Nkhafi no distrito de Dowa, Malawi, África. **Engenharia Computacional de Água, Energia e Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, pág. 95-107, 2021.

SILVA, E. R. A. Agenda 2030-ODS-Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável: proposta de adequação. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**, 2018.

VILARINHO, M. K. C. *et al.* Determinação da taxa de infiltração estável de água em solo de cerrado nativo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 7, n. 1, 2013.

SINALIZAÇÃO URBANA E MORFOLOGIA NO PARANOÁ - DF: DESAFIOS DE ORIENTAÇÃO E SUSTENTABILIDADE EM CONTEXTOS DE POLUIÇÃO VISUAL

Jefferson de Sousa Oliveira
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sergio Marques Costa
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Rogério Giuffrida
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Maira Rodrigues Uliana
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana
Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: Analisar a aplicabilidade e a eficiência do Plano Diretor de Sinalização de Endereçamento Urbano do Distrito Federal (PDSEUDF) na Região Administrativa do Paranoá-DF, com foco na Avenida Paranoá. A pesquisa avalia os desafios relacionados à visibilidade das placas de endereçamento urbano, destacando a influência da morfologia local e a presença de poluição visual. **Métodos:** Utiliza uma abordagem qualitativa, que inclui levantamento bibliográfico, análise documental e trabalho de campo. **Resultados:** Indicam que embora as placas de sinalização sigam os padrões do PDSEUDF, sua eficiência está comprometida pela saturação de elementos visuais e pela falta de adaptação ao contexto morfológico da região. A pesquisa sugere a adoção de materiais sustentáveis, como o plástico reciclado, e uma revisão do PDSEUDF para 2026, gerando maior eficiência na sinalização urbana no Paranoá e melhoria da orientabilidade dos cidadãos. **Conclusão:** As intervenções recentes de revitalização urbana não foram acompanhadas de ajustes na sinalização, revelando a necessidade de maior integração entre planejamento urbano e comunicação.

Palavras-chave: planejamento urbano; orientabilidade; plano diretor; cidadania.

INTRODUÇÃO

A sinalização de endereçamento urbano é uma ferramenta essencial para garantir uma orientação eficiente nas cidades, facilitando a mobilidade dos cidadãos e promovendo a integração de áreas urbanas com diferentes características. O Plano Diretor de Sinalização de Endereçamento Urbano do Distrito Federal (PDSEUDF), instituído em 1978 e oficializado pelo Decreto nº 19.372 de 1998, foi desenvolvido com o objetivo de padronizar e implantar sistemas de sinalização adequados à orientação urbana de Brasília e suas Regiões Administrativas (CODEPLAN, 2024). No entanto, a aplicação desse plano em áreas que apresentam características morfológicas distintas, como a Região Administrativa do Paranoá, levanta questões sobre a sua eficácia.

Brasília, idealizada sob os princípios modernistas de Lúcio Costa e projetada com uma lógica urbanística particular, segue os conceitos da Carta de Atenas, onde o planejamento rodoviário e a separação de funções urbanas são centrais. Como destaca Lamas (1993), o traçado urbano, especialmente no contexto de cidades planejadas, desempenha um papel essencial na mobilidade e orientação dos habitantes. A cidade de Brasília foi concebida para ser uma “cidade-parque”, com grandes áreas abertas e uma arquitetura que privilegia o uso de placas de sinalização discretas, integradas ao cenário urbano.

Por outro lado, a Região Administrativa do Paranoá, embora próxima ao Plano Piloto, apresenta uma morfologia urbana distinta, caracterizada por ruas mais estreitas, uma densidade maior de edificações e uma concentração significativa de publicidade visual nas fachadas comerciais, o que pode afetar a visibilidade das placas de sinalização (Rego e Meneguetti, 2011). A importância da sinalização urbana como forma de comunicação visual é destacada por autores como Lynch (1960), que afirma que uma orientação eficaz em uma cidade depende da legibilidade do espaço urbano. Essa legibilidade, por sua vez, é afetada por elementos como a poluição visual, a organização espacial e a padronização da sinalização. Segundo Ferrara (1986), a comunicação visual urbana é resultado de uma interação dinâmica entre signos urbanos e os usuários da cidade, sendo moldada pelas práticas culturais e sociais.

No caso do Paranoá, a Avenida Paranoá, principal eixo de mobilidade, concentra a maior parte do comércio local e serve como ponto de referência para

os moradores. No entanto, a homogeneidade das edificações e o excesso de painéis publicitários dificultam a localização precisa de endereços, o que evidencia a necessidade de uma revisão no modelo de placas utilizadas nessa área (Costa e Netto, 2015). A revitalização recente da avenida, que incluiu a melhoria de calçadas e a instalação de rampas de acessibilidade, trouxe avanços importantes, mas a sinalização urbana ainda carece de muitos avanços.

Desta forma, este artigo busca investigar a aplicabilidade e a eficiência dos modelos de placas propostos pelo PDSEUDF para a orientação urbana na Região Administrativa do Paranoá. A pesquisa se propõe a avaliar se as placas de endereçamento instaladas na Avenida Paranoá são suficientes para atender às necessidades de orientação da população e se é possível melhorar sua visibilidade e eficácia com a introdução de novos materiais, como o plástico reciclado, e adequações morfológicas. Para isso, serão analisados os elementos urbanos da cidade que influenciam a orientação, como a topografia, a poluição visual e as características arquitetônicas, com o objetivo de propor soluções que aprimorem a eficácia da sinalização urbana.

MÉTODOS

Este estudo utilizou uma abordagem qualitativa, com base em levantamento bibliográfico e documental, complementado por trabalho de campo. As etapas metodológicas foram definidas de modo a garantir a análise detalhada da aplicabilidade do Plano Diretor de Sinalização de Endereçamento Urbano do Distrito Federal (PDSEUDF) na Região Administrativa do Paranoá-DF. O objetivo principal foi avaliar a eficiência dos modelos de placas propostos pelo plano em relação ao contexto urbano e morfológico específico da região. O levantamento bibliográfico concentrou-se em livros, artigos científicos, dissertações e legislações que abordam a sinalização urbana, a morfologia das cidades, e o planejamento urbano no Distrito Federal. As principais fontes de dados incluíram: Legislação e Normativas referentes aos documentos oficiais relacionados ao PDSEUDF, incluindo o Decreto nº 19.372 de 1998, que regulamenta a sinalização urbana no Distrito Federal.

Estudos sobre comunicação visual urbana, como os trabalhos de Lynch (1960) sobre a imagem da cidade e Ferrara (1986) sobre os signos e a comunicação

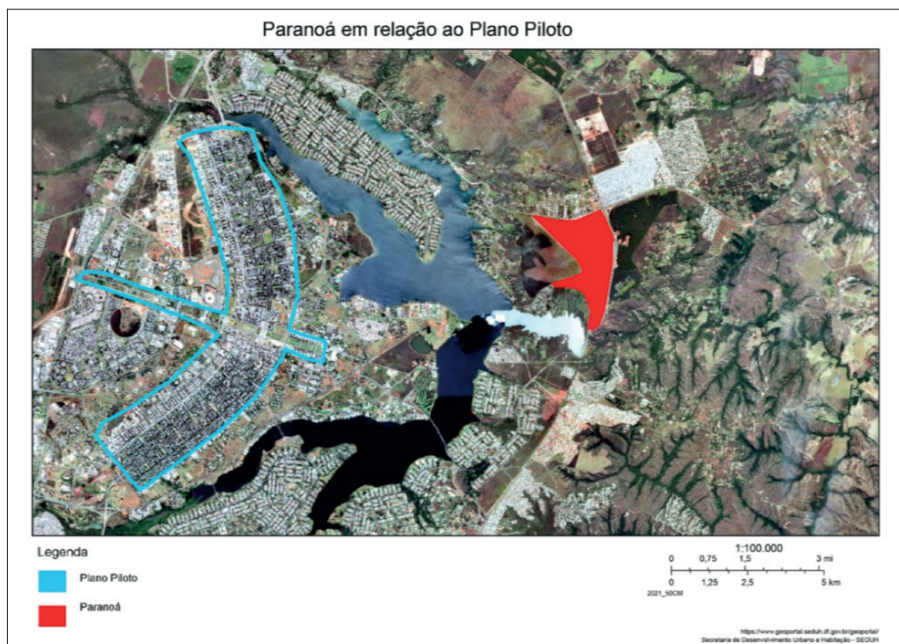
nas cidades. Foram analisados dados da Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), mapas georreferenciados da cidade e informações cartográficas disponíveis no Geoportal do Distrito Federal.

Para a coleta de dados documentais foram consultados documentos do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF), incluindo relatórios sobre a fabricação, instalação e manutenção das placas de sinalização. Além disso, foi analisado o histórico de implantação do PDSEUDF nas Regiões Administrativas, comparando com outras áreas do Distrito Federal.

A coleta de dados de campo foi realizada na Avenida Paranoá, principal eixo de mobilidade da região. As etapas do trabalho de campo incluíram: a observação assistemática com o objetivo de identificar as características morfológicas da cidade, especialmente as condições das placas de sinalização, sua visibilidade e localização. Já as fotografias foram capturadas ao longo da avenida para registrar o estado atual da sinalização e identificação de pontos de poluição visual.

O objeto de estudo foi a Região Administrativa do Paranoá, localizada em Brasília, DF, que, segundo o PDAD 2018, tinha uma população estimada de 65 mil habitantes em uma área de 853,33 km² em 2021 (Figura 1).

Figura 1 - Mapa Paranoá - DF, 2022 .



Fonte: Geoportal.

Análise de campo com uso de imagens e GPS para avaliação morfológica, avaliando a orientabilidade proporcionada pelos elementos morfológicos da cidade, podendo ser percebido em que momento a mobilidade na cidade depende estritamente das placas de endereçamento urbano.

A IMAGEM DA CIDADE: A IMPORTÂNCIA DA SINALIZAÇÃO COMO FORMA DE COMUNICAÇÃO

Lynch (2011) afirma que a imagem da cidade é moldada pelas práticas dos usuários e destaca a importância de um design urbano que torne o espaço distintivo e fácil de identificar. “A cidade é formada por imagens construídas a partir das experiências dos usuários, e a qualidade ambiental influencia a imaginabilidade urbana” (Lynch, 2011, p. 103). Canclini (2010) analisa as cidades contemporâneas considerando os espaços simbólicos e imaginários gerados pela multiculturalidade. Ele enfatiza a relevância da infraestrutura imaterial, destacando como a globalização e a complexidade digital alteram hábitos culturais e estratégias de consumo.

Harvey (2014) ressalta a importância do pensamento utópico e a capacidade dos indivíduos de se tornarem agentes de mudança, oferecendo alternativas à lógica destrutiva da globalização. Seu conceito de pensamento “rebelde” é dialético e transformador.

Ferrara (1986) descreve a cidade como pluricentralizada e em crescimento constante. Ela é uma unidade perceptiva composta por signos que interagem para formar e significar o espaço urbano. Com a influência dos meios de comunicação, o espaço urbano se torna globalizado e fluído, e os usuários constroem o significado do espaço através de correlações contextuais. Embora as atividades individuais forneçam significados pessoais, a morfologia urbana também afeta a orientação. Outros atributos morfológicos da cidade são fundamentais para a navegação. O capítulo seguirá explorando como diferentes formas e atributos visuais são percebidos e interpretados.

O espaço é visto como um fenômeno físico cujos atributos morfológicos podem influenciar seu desempenho em relação às expectativas sociais (Alves, Tese de Mestrado, UNB). A abordagem morfológica do espaço considera sua percepção cognitiva. O espaço arquitetônico existe em função do observador,

que faz recortes para tornar o espaço mais acessível, estabelecendo conexões entre a forma dos espaços e as expectativas sociais relacionadas a eles (Kohlsdorf & Holanda, 1984).

Kohlsdorf (1984) identifica sete tipos de desempenho do espaço arquitetônico com base em aspectos morfológicos: funcionais, de co-presença, bio-climáticos, econômicos, topoceptivos e simbólicos. Estes aspectos respondem às expectativas sociais, como funcionalidade, conforto ambiental, encontros não programados, orientação e identificação de lugares, custos de construção e manutenção, e representações simbólicas (Kohlsdorf, 1996).

A comunicação visual urbana compreende um amplo conjunto de elementos iconográficos e textuais nas cidades, cuja expressão cultural é adaptada às possibilidades tecnológicas de cada período. Embora não haja um termo genérico em português para tais elementos, utiliza-se o termo 'comunicação visual urbana' para descrevê-los. (Kowarick, 2016). Estudos sobre comunicação visual urbana destacam sua conexão com a 'animação urbana', áreas de alta concentração e fluxo de pessoas e veículos. Observa-se a presença de letreiros comerciais em vias comerciais, sinais de trânsito em toda a malha viária e publicidade em locais de alto tráfego, como grandes avenidas e pontos de acesso a centros comerciais (Kowarick, 2016).

Embora as configurações visuais variem conforme a cultura e os costumes locais, elas frequentemente se assemelham em um padrão cosmopolita. Essa similaridade facilita o reconhecimento das mensagens visuais pelos transeuntes, embora os moradores habituais possam não perceber essas mensagens com a mesma atenção que os turistas.

Destaca-se a comunicação visual urbana como um atrativo turístico, citando exemplos como Times Square e Piccadilly Circus. Além de seu papel turístico, a comunicação visual urbana reflete a estrutura das atividades cotidianas e a organização da cidade (Kowarick, 2016).

A comunicação visual urbana contribui para a construção de uma paisagem que reflete a relação entre as pessoas e o ambiente construído. Em deslocamentos diários, placas de trânsito, faixas de pedestres e letreiros ajudam os transeuntes a compreender o espaço urbano, fornecendo informações sobre regras, atividades e serviços.

O conceito de Sistema de Informação Ambiental, formulado em um estudo para Boston, descreve a comunicação visual urbana composta por sinais públicos e privados, destinados a promover tráfego seguro e orientação espacial. Observou-se uma falta de organização e planejamento desses elementos em Boston (Kowarick, 2016).

Os elementos de comunicação visual urbana refletem aspectos culturais e identitários de uma cidade. Por exemplo, pichações em cidades degradadas podem indicar uma desconexão entre a cultura local e as expectativas das pessoas. A comunicação visual também marca eventos especiais e sazonais, como Natal e grandes eventos esportivos.

A comunicação visual urbana, especialmente a comercial, é vista como um indício da Pós-modernidade, refletindo a lógica do capitalismo tardio. A estética das ruas comerciais é uma característica da cidade pós-moderna.

Desde a última década do século XX, a ordenação da comunicação visual urbana tem sido debatida por especialistas em várias áreas, focando em regulamentação, estética e classificação. A 'poluição visual' é uma preocupação central, com avaliações frequentemente negativas, mas que nem sempre indicam um problema real de poluição visual (Kowarick, 2016).

A avaliação estética do ambiente urbano é crucial para a qualidade de vida, e países como os Estados Unidos adotam regulamentos estéticos para proteger o ambiente urbano. No Brasil, a regulamentação é municipal e visa equilibrar os interesses da comunidade e das empresas. Em comparação, países como Inglaterra, Portugal e França adotam normas que estimulam o consumo e reforçam a identidade dos espaços públicos (Kowarick, 2016).

Existem duas categorias principais de sinalização nas cidades: a sinalização de trânsito e a sinalização de endereçamento urbano. A sinalização estuda as relações funcionais entre os sinais de orientação espacial e o comportamento dos indivíduos. Ela surge como uma resposta ao aumento da mobilidade social, com o objetivo de transmitir informações por meio da disposição adequada dos sinais para os indivíduos em movimento. Essa função é complementada pela ergonomia, que auxilia na criação de processos comunicativos eficientes (Maykal, 2002).

A mobilidade implica em diversas circunstâncias e situações, frequentemente agravadas pela rapidez com que os indivíduos devem agir. Isso pode resultar em dilemas decisórios para os usuários. Assim, os sistemas de sinalização

devem minimizar esses dilemas, proporcionando informações claras e objetivas. A sinalização constitui uma disciplina focada nos sinais espaciais, que formam uma linguagem imediata, automática e universal. Seu propósito é atender às necessidades de informação e orientação dos indivíduos itinerantes, sem exigir aprendizado específico.

Todo sistema de sinalização pressupõe a existência de uma linguagem visual, composta por pictogramas, textos e cores, organizados segundo regras específicas dentro de uma estrutura pré-determinada. Essa estrutura permite a formação de uma sequência na percepção dos indivíduos, que interpretam os sinais de forma a construir uma narrativa visual com elementos sequenciais. A eficácia do sistema está no código visual que proporciona valores simbólicos, buscando uma comunicação universal por meio do uso frequente de pictogramas (Maykal, 2002).

O PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE BRASÍLIA

A equipe técnica responsável pela elaboração do projeto do Plano Diretor de Sinalização do Distrito Federal era composta pelos seguintes profissionais: Antônio Danilo Moraes Barbosa, coordenador de projetos gerais e específicos; Mihail Iwanow, especialista em comunicação visual; Eduardo Silva França, arquiteto; José Luiz Menezes, arquiteto; Josina de Souza, arquiteta; Luciana Rocha Andreozzi, arquiteta; Delçon Bosco de Carvalho, economista; Djalma Peres Júnior, engenheiro civil; Elizete Bousquet Ofugi, especialista em desenho e plástica; e João Carlos Cauduro, consultor (Relatório PDSDf 1977). O estudo tipográfico do projeto de sinalização de Brasília visou a legibilidade e a leitura a distância, em movimento, a partir do automóvel. O tipo escolhido foi a Helvética, desenvolvida na Suíça em 1957 por Max Miedinger e Edouard Hoffmann (SilvaFilho, 2007).

Em relação a estrutura escolhida para fabricação das placas foi a argamassa armada, com o passar dos anos, as dificuldades associadas à instalação e manutenção das placas de argamassa armada se mostraram pesadas e problemáticas, levaram à mudança para uma estrutura metálica. Atualmente, o Departamento de Estradas de Rodagem do DF é responsável pela fabricação e instalação das placas de endereçamento em todo o Distrito Federal, fabricando as placas em estrutura metálica (Silva Filho, 2007).

No que pese o Plano Diretor de Sinalização do Distrito Federal estabelecer os modelos de Placas para a área tombada, ele não estabelece o material com que essas placas devem ser confeccionadas, cabendo ao órgão responsável pela instalação das mesmas, onde a NOVACAP, Companhia Urbanizadora da Nova Capital nas décadas de 70, 80 e 90 fabricava as placas em concreto armado e atualmente o DER DF, Departamento de Estradas de Rodagem do DF fabrica em estrutura metálica.

Porém, segundo o DER DF, existe a possibilidade de se fabricarem esses mesmos modelos de placas ou até mesmo outros modelos propostos feitos em outros materiais.

Nesse sentido, o departamento desenvolveu um protótipo de placa feita em MPPH – Mistura de Produtos Plásticos Homogeneizados provenientes de Resíduos Sólidos (produto 100% reciclado) em um processo de moagem, derretimento, molde, resfriamento e desenforme. Segundo o departamento, o objetivo do órgão é adquirir 200 placas de plástico reciclado até o final do ano de 2024 para fazer experiência com o material.

Segundo a OCDE Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico atualmente o mundo produz 460 milhões de toneladas de plástico anualmente, onde menos de 10 por cento deste material é reciclado. Segundo o departamento, a utilização de plástico reciclado na fabricação de placas urbanas pelo DER DF representaria uma medida importante em prol da sustentabilidade e da redução do impacto ambiental. De acordo com estimativas da Associação Brasileira de Recicladores de Materiais Plásticos, a taxa de reciclagem de plástico no Brasil é de 20%, o que equivale a cerca de 290 mil toneladas por ano.

ANÁLISE MORFOLÓGICA DA CIDADE DO PARANOÁ

De acordo com a CODEPLAN, a Região Administrativa do Paranoá abrange uma área de 83.120,99 hectares, sendo 98% dessa área rural e pouco mais de 100 hectares de área urbana, conforme figura 31. É na área urbana que será dedicada à pesquisa.

A Região Administrativa do Paranoá tem suas origens na instalação do acampamento para a construção da Barragem do Paranoá em 1957. Inicialmente, a Vila Paranoá era composta por barracos dispersos, mas a intensificação das

obras atraiu muitos trabalhadores e suas famílias, criando uma comunidade significativa (PDAD, 2018).

Com a inauguração de Brasília em 1960, muitos dos pioneiros permaneceram para finalizar as obras da usina hidrelétrica. Na época, a Vila Paranoá já abrigava cerca de 3 mil pessoas em 800 barracos ao norte da Barragem. O crescimento da população aumentou a demanda por infraestrutura e serviços, levando à formalização da Região Administrativa do Paranoá pela Lei nº 4.545, de 10 de dezembro de 1964, e ao estabelecimento de seus limites pelo Decreto nº 11.921, em 25 de novembro do mesmo ano (PDAD, 2018).

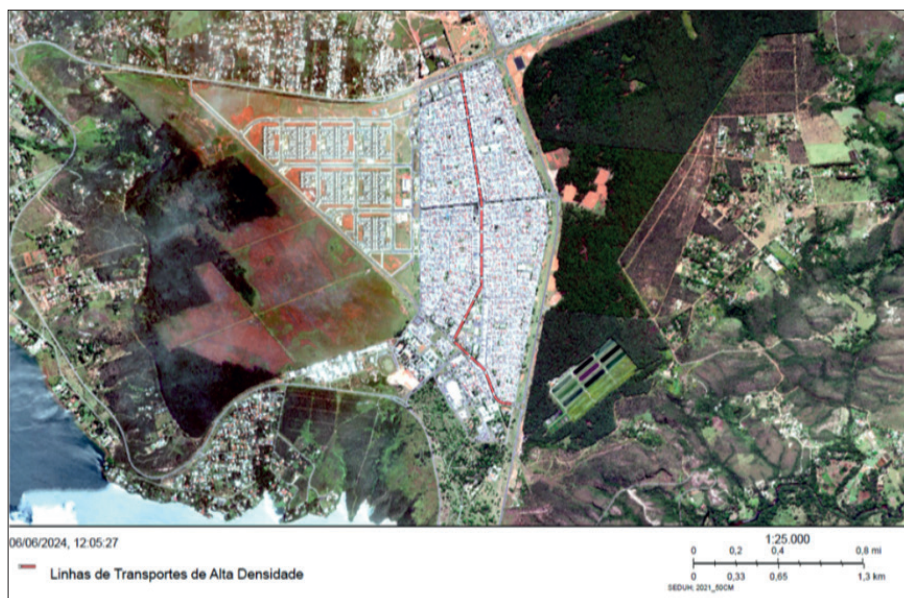
Com a consolidação da área, o antigo acampamento foi transformado no Parque Vivencial do Paranoá, oficializado pela Lei nº 1.438, de 21 de maio de 1997. Este parque, que preserva as árvores frutíferas do antigo acampamento, oferece opções de lazer como quadras esportivas, parquinhos e trilhas. Além dele, a região conta com o Parque Ecológico da Cachoeirinha, o Parque de Uso Múltiplo das Esculturas e o Parque Vivencial dos Pinheiros. Esses espaços não apenas preservam a biodiversidade local, mas também oferecem áreas de lazer e recreação, promovendo bem-estar e qualidade de vida para os moradores (PDAD, 2018).

Segundo a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) de 2021, a Região Administrativa do Paranoá (RA Paranoá) possui uma população urbana de 69.858 habitantes. A migração é um fator importante na composição demográfica do Paranoá. Aproximadamente 63,7% dos moradores nasceram no próprio Distrito Federal, enquanto uma parcela significativa migrou de outras regiões do Brasil, com a Bahia sendo o estado de origem mais comum, representando 20,2% dos migrantes. Isso pode significar uma familiaridade dos usuários da cidade com a lógica de endereçamento da capital.

O PDAD de 2021 revelou também que a população economicamente ativa da Região Administrativa do Paranoá, com 14 anos ou mais, totalizava 61,4% da população, equivalente a 33.882 pessoas. O setor de Serviços é o principal empregador na RA Paranoá, com 35,5% dos trabalhadores ocupados. O empreendedorismo também desempenha um papel relevante na economia do Paranoá, com 15,1% dos entrevistados sendo microempreendedores individuais (MEI). Esses dados evidenciam uma atividade humana intensa na cidade trazendo a necessidade de mobilidade urbana bem resolvida.

A Avenida Paranoá é a principal via de comunicação da cidade, cortando-a de norte a sul. Ela é o principal eixo de mobilidade, onde se concentra a atividade comercial e o transporte coletivo, desempenhando um papel central na conectividade e no dinamismo econômico da região. (Figura 2).

Figura 2 - Área urbana do Paranoá – Avenida Paranoá, 2020.



Fonte: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>.

Nos últimos anos, a Avenida Paranoá passou por uma reforma substancial com um investimento de R\$ 16 milhões, visando melhorar a infraestrutura e acessibilidade da via. As melhorias incluíram renovação das vias, calçadas, construção de rampas para pessoas com deficiência e reorganização dos estacionamentos. Esta revitalização não só aprimorou a aparência estética e a funcionalidade da avenida, mas também promoveu uma mobilidade mais eficiente e inclusiva, fortalecendo a identidade e o dinamismo econômico da região. O estudo sobre acessibilidade da Avenida Paranoá, realizado em 2008 no âmbito de uma especialização em arquitetura e urbanismo, destacou a necessidade de melhorias na via.

Durante a reforma da Avenida Paranoá, a acessibilidade e a mobilidade foram prioridades fundamentais. Foram projetadas e construídas rampas em locais estratégicos para facilitar o trânsito seguro e independente de idosos e

comercial e os amarelos e verdes residenciais. Na esfera da comunicação visual, a revitalização da Avenida Paranoá não incluiu a atualização das fachadas das edificações comerciais ao longo da via. As fachadas são caracterizadas por uma variedade de elementos publicitários em diversas formas e cores, muitos dos quais não estão em conformidade com as normas estabelecidas pelo Plano Diretor de Publicidade do DF. A análise morfológica da Avenida Paranoá, utilizando critérios objetivos de análise topoceptiva dos espaços, conforme proposto Kohlsdorf (2005) em três níveis do aspecto topoceptivo: **percepção, imaginação mental e análise projetual**.

Na **abordagem quanto à Percepção** é apresentado a análise da morfológica da cidade do Paranoá inicia-se na rotatória de acesso ao à cidade vindo pela barragem do Lago Paranoá pela DF 001. Para uma compreensão detalhada da percepção urbana, foram definidas 10 estações em locais de maior relevância, tais como edificações destacadas, bifurcações e entroncamentos de vias. Essas estações são os pontos de parada onde são feitas três imagens, uma frontal, uma lateral esquerda e outra lateral direita. Elas seguem uma sequência de um percurso estabelecido que começa na entrada da cidade, segue pela Avenida Paranoá e termina no final dela. As imagens simulam o campo de visão do transeunte de forma objetiva, proporcionando uma visão abrangente e detalhada dos diferentes aspectos morfológicos da cidade. Isso significa que em ambos os efeitos topológicos e perspectivo que nossa visão percebe da imagem do espaço no percurso feito, existem dois padrões que se repetem mais criando uma unidade morfológica em contraposição às eventuais diversidades morfológicas dos demais padrões, ou seja, de acordo com Kohlsdorf, o bom desempenho topoceptivo no percurso, foi evidenciado pelo equilíbrio informativo, numa sequência de unidades e diversidades de formas.

Essa constatação pode ser feita através da tabela abaixo onde temos nas colunas as estações e os campos visuais e nas linhas representadas por cores os efeitos topológicos e perspectivas. Nas cores vermelho e amarelo temos estreitamento e alargamento nos efeitos topológicos e vermelho e amarelo também em visual fechada e impedimento nos efeitos perspectivas. Nos demais efeitos topológicos temos as demais cores (Figura 4).

Figura 4 - Efeitos Topológicos e Perspectivos, 2024.

ESTAÇÃO	EFEITO TOPOLÓGICO			EFEITO PERSPECTIVO		
LADO	D	E	F	D	E	F
01	Red	Orange	Yellow	Red	Orange	Yellow
02	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Blue
03	Red	Red	Purple	Red	Red	Yellow
04	Red	Red	Yellow	Red	Red	Yellow
05	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow
06	Red	Blue	Yellow	Red	Orange	Blue
07	Green	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow
08	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
09	Red	Red	Yellow	Red	Red	Yellow
10	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow

Essa experiência também pode ser representada no gráfico, o que torna a percepção ainda mais objetiva, onde podemos ver a variação entre unidade e diversidade. A **Abordagem Imagem Mental** se relaciona a análise topoceptiva no nível da imagem mental, será utilizada a técnica de representação imagética com base nos elementos de Kevin Lynch, associando mapas mentais da cidade. Serão observados os atributos caminhos, limites, bairros, pontos focais e marcos visuais.

Como abordado anteriormente, foi possível perceber uma lógica no traçado urbano da cidade do Paranoá, onde haveria um eixo dividindo a cidade em leste e oeste e outro eixo dividindo a cidade em norte e sul. Além disso foi possível observar um claro zoneamento de atividades, basicamente em residências, comércio e áreas institucionais, podendo facilmente identificarmos aqui os caminhos, limites e bairros, conforme figura 66, onde as linhas verdes são os limites dos bairros residenciais, as linhas vermelhas limites da zona comercial e as linhas azuis dos bairros institucionais.

O **Nível de Análise Projetual** se refere ao terceiro nível de análise topoceptiva. O nível da representação projetual do espaço aborda a orientação e identificação espacial através de representações geométricas e matemáticas, oferecendo uma visão mais objetiva da realidade do que os níveis sensoriais (percepção e imagem mental). Nesse nível entre os diversos aspectos existentes,

será destacada a sinalização como facilitador da orientação dentro da cidade, uma vez que se chegou a conclusão até aqui que apesar de a cidade possuir uma boa orientação de forma geral, nas áreas residenciais ou nas demais áreas de forma particular não é possível se ter uma referência morfológica para orientação no espaço.

Analizando as imagens da cidade em todo o percurso foi observado a escassez ou não existência de placas de endereçamento na cidade. Nesse sentido, buscando solucionar o problema da pesquisa em desenvolvimento, foi feita uma proposta de sinalização utilizando as imagens frontais adquiridas ao longo das estações estabelecidas na análise morfológica para saber quais placas do PDSEUDF são possíveis de se instalar na cidade do Paranoá.

Podemos verificar que a sinalização de endereçamento é um elemento crucial para a orientação urbana e a mobilidade na cidade do Paranoá, assim como afirma Moudon (2015). A partir da análise morfológica da Avenida Paranoá, a pesquisa de acordos que essa via possui características que facilitam a orientação devido à uniformidade das edificações comerciais e à presença de pontos de referência. No entanto, uma pesquisa salienta que, em áreas residenciais, a homogeneidade das construções e a falta de referências como marcos visuais dificultam a orientação nesses locais (Figura 5).

Figura 5 - Sinalização da Avenida Paranoá, 2024.



Fonte: autores.

Foi possível aplicar os modelos de placas de sinalização do Plano Diretor de Sinalização de Endereçamento Urbano do Distrito Federal (PDSEUDF) ao longo da Avenida Paranoá, destacando a importância dessas placas, principalmente

em áreas onde outros elementos urbanos falham em fornecer uma orientação eficiente. Canclini (2010) quando analisa as cidades sugere que os modelos de sinalização (placas) sejam atuais e práticos.

Adicionalmente, a pesquisa reforça que as obras de acessibilidade realizadas na avenida foram fundamentais para a instalação das placas, garantindo assim a sua eficácia. Sugerimos que novos modelos de placas e materiais, como o plástico reciclado, sejam considerados em futuras revisões do plano para adequar a sinalização às diferentes regiões administrativas.

A representação projetual trabalhada na pesquisa traz a importância dos elementos geométricos como planta baixa, cortes e perfis como essencial para cidades como o Paranoá, que possuem uma malha urbana densa e, em algumas áreas, uma homogeneidade de construções. Dessa forma, conexões dos elementos geográficos também apontadas por Kohlsdorf & Holanda (1984) entre a forma dos espaços e as expectativas sociais relacionadas a eles auxiliam na habilidade de orientação do próprio espaço. Ao utilizar projeções geométricas o desempenho Topoceptivo (Capacidade de Orientação no Espaço) o trabalho procura dar importância à habilidade de quem se orienta em um espaço usando pontos de referência visuais, caminhos, marcos e limites identificáveis.

DISCUSSÃO

Uma pesquisa revelou desafios específicos que afetam a eficiência das placas de sinalização no contexto urbano local. Os resultados são propostos em profundidade, considerando a literatura existente e o referencial teórico utilizado na pesquisa.

1. Eficiência da Sinalização na Avenida Paranoá

A Avenida Paranoá, principal eixo de mobilidade e comércio da cidade, revelou-se um espaço onde as placas de sinalização desempenham um papel crucial, mas têm sua eficácia reduzida por fatores estruturais e visuais. A homogeneidade das edificações e o excesso de elementos visuais, como letreiros comerciais e painéis publicitários, comprometem a visualização da sinalização. Conforme argumenta Lynch (1960), a legibilidade urbana é fundamental para a

boa orientação dos usuários. Essa legibilidade se refere à facilidade com que as pessoas conseguem organizar suas próprias rotas e identificar marcos e elementos de referência na cidade. No entanto, no Paranoá, essa legibilidade é prejudicada, pois a sobrecarga de informações visuais nas fachadas comerciais torna distinguíveis as placas de sinalização, mesmo quando difíceis de posicionadas de acordo com os padrões estabelecidos pelo PDSEUDF. A visibilidade reduzida das placas torna a orientação urbana mais complexa, especialmente para pedestres e visitantes.

Os resultados mostram que, embora as placas sigam as normas do plano diretor, sua aplicabilidade em um contexto urbano como o do Paranoá, que é diferente do Plano Piloto de Brasília, é limitada. As placas foram originalmente projetadas para áreas de ampla visibilidade e grandes espaços abertos, como as avenidas do Plano Piloto, onde a interação entre a sinalização e a arquitetura modernista é harmoniosa.

2. Impacto da Morfologia Urbana na Orientação

Uma pesquisa revelou que a morfologia urbana da Região Administrativa do Paranoá influencia diretamente a capacidade de orientação de seus habitantes. Segundo Lamas (1993), o traçado urbano e a disposição dos edifícios e vias são fatores essenciais na criação de um ambiente que facilita ou dificulta a orientação dos usuários. No Paranoá, a Avenida Paranoá apresenta uma uniformidade arquitetônica significativa, com 95% das edificações externas para o uso comercial. Essa uniformidade, embora tenha contribuído para uma certa padronização visual da via, dificulta a diferenciação de marcos urbanos que podem servir de pontos de referência para

A ausência de marcos visuais destacados ou de elementos especiais que servem como pontos focais comprometem a orientação espacial, conforme sugerido por Lynch (1960). Na Avenida Paranoá, os elementos urbanos que poderiam facilitar a navegação, como edifícios de destaque ou espaços públicos, são escassos ou inexistentes, o que faz com que as pessoas dependam exclusivamente das placas de sinalização para se orientarem. Além disso, os resultados mostram que, embora a Avenida Paranoá seja um eixo eficiente para a navegação entre os bairros da região, surgem dificuldades na orientação dentro dos próprios

bairros. A morfologia das áreas residenciais, que também segue um padrão de uniformidade em termos de arquitetura, apresenta um desafio para a localização precisa de endereços. Isso parece estar de acordo com os conceitos de Kohlsdorf (1996), que destaca a importância da topocepção — a capacidade de orientação com base na percepção das características físicas do ambiente.

3. Acessibilidade e Revitalização Urbana

As recentes intervenções de revitalização na Avenida Paranoá foram identificadas como uma melhoria significativa na infraestrutura urbana, especialmente no que se refere à acessibilidade. As obras incluíram a renovação das calçadas, a instalação de rampas de acessibilidade para pessoas com deficiência, e a reorganização dos estacionamentos. Essas mudanças, conforme Harvey (2014) aponta, refletem um esforço para garantir o “direito à cidade”, promovendo uma mobilidade mais inclusiva e um espaço urbano mais seguro para todos os cidadãos. Entretanto, uma pesquisa revelou que, apesar das melhorias infra estruturais, as placas de sinalização de endereçamento não foram ajustadas para se beneficiarem completamente dessas mudanças. A acessibilidade foi ampliada para pedestres e ciclistas, com a instalação de ciclovias e a melhoria das calçadas, mas as placas mantiveram suas limitações em termos de visibilidade e clareza, especialmente em áreas de maior fluxo comercial. Assim, conforme observa Ferrara (1986), a comunicação visual urbana precisa evoluir junto com as mudanças infra estruturais para manter sua função de orientação eficiente.

4. Proposta de Uso de Materiais Sustentáveis na Sinalização

Um aspecto importante identificado na pesquisa foi a possibilidade de melhorar a sinalização por meio da adoção de materiais sustentáveis, como o plástico reciclado. O Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF) já está realizando testes com placas feitas de plástico reciclado, uma medida alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 11, que visa tornar as cidades e comunidades mais sustentadas. O uso de materiais reciclados representa uma solução dupla: por um lado, contribui para a sustentabilidade ambiental ao reutilizar materiais que

seriam descartados, e, por outro, oferece uma alternativa mais econômica e durável para as placas de sinalização. Uma pesquisa indicou que essas placas, além de serem mais resistentes às temperaturas, poderiam ser uma solução viável para adaptar a sinalização às condições locais, conforme proposto pelo Banco Mundial (Farvacque-Vitkovic *et al.*, 2005).

5. Poluição Visual como Obstáculo à Sinalização

A poluição visual foi identificada como um dos principais obstáculos à eficiência da sinalização urbana no Paranoá. A Avenida Paranoá é fortemente impactada pelo controle de painéis publicitários e letreiros comerciais que, muitas vezes, não seguem regulamentações estéticas e acabam saturando o espaço visual. Ferrara (1986) discute que a comunicação visual desordenada em espaços urbanos compromete a experiência de orientação e a legibilidade do ambiente. Uma pesquisa revelou que a falta de fiscalização da comunicação visual na região agrava a situação, tornando difícil para os transeuntes identificarem as placas de endereçamento no meio de tantos outros elementos visuais. Conforme Kowarick (2016), a organização e a regulamentação da comunicação visual são essenciais para garantir que o espaço urbano seja

6. Recomendações para a Revisão do PDSEUDF em 2026

Aumento da visibilidade das placas: As placas devem ser maiores e mais visíveis, adaptadas às condições morfológicas do Paranoá. Lynch (1960) argumenta que a clareza e a distinção das placas são cruciais para a orientação eficiente, e no contexto do Paranoá, essa clareza pode ser aprimorada com o uso de contrastes mais fortes e uma melhor disposição das placas. Os resultados detalhados apresentados mostram como a interação entre a morfologia urbana, a comunicação visual e a sinalização de endereçamento impacta a orientação no Paranoá-DF. Estas conclusões são embasadas teoricamente e destacam a necessidade de revisões no plano diretor para melhorar a eficiência da sinalização no contexto espaço urbano.

A pesquisa mostrou que, ao usar representações geométricas e projetuais, é possível organizar melhor o espaço urbano e fazer com que as pessoas tenham

mais facilidade de identificar onde estão e para onde vão. Essas representações ajudam a colocar marcos importantes no mapa, como escolas, igrejas ou prédios públicos que podem servir. Outro ponto importante é que, além de organizar o espaço com mapas geométricos, também precisamos de placas de sinalização bem posicionadas. A pesquisa ainda enfatiza que com uma boa representação projetual (ou seja, mapas detalhados e organizados geometricamente) e com placas de sinalização bem distribuídas, é possível “organizar o caos” das cidades. Mesmo que sejam construções semelhantes ou que as áreas não tenham muitos marcos visuais, elas ajudam a criar uma cidade mais “legível”.

CONCLUSÃO

A partir da análise morfológica, da observação direta em campo e da revisão bibliográfica, constatou-se que, embora as placas de endereçamento sigam os padrões técnicos previstos, a sua eficiência está comprometida por fatores como a poluição visual e a falsidade. Ao investigar a relação entre a morfologia urbana e a orientabilidade, conforme o referencial teórico utilizado trouxe que existe uma uniformidade das edificações e a intensa presença de elementos publicitários na Avenida Paranoá criando barreiras para a visibilidade das placas de sinalização, confirmando a hipótese de que as placas, embora essenciais, não são suficientes para garantir uma orientação eficaz em um ambiente de saturação. Com relação a avaliação das recentes intervenções de revitalização urbana foi verificado que elas melhoraram a acessibilidade e a infraestrutura, mas que não foram acompanhadas de ajustes na sinalização urbana. Isso evidencia a necessidade de maior integração entre planejamento urbano e sistemas de sinalização para garantir a orientação no espaço.

Na proposta de implantação de placas de endereçamento tendo como base as imagens do percursos estabelecido e os diversos modelos de placas disponíveis no PDSDf foi possível concluir que todos os modelos necessários e adequados para as vias propostos pelo plano diretor foram possíveis de serem utilizados na proposta feita, considerando a escada da imagem das medidas das placas, ou seja, podemos concluir que os modelos de placas do PDSDf puderam ser utilizados em sua plenitude da maneira recomendada pelo plano, deduzindo-se que desempenharão sua eficiência plena caso forem instaladas.

Finalmente, a pesquisa ao propor alternativas inovadoras, como a adoção de materiais sustentáveis, como o plástico reciclado, e a revisão do PDSEUDF para melhor adaptação aos contextos locais, garante que a sinalização seja mais eficaz e sustentável. Essas propostas contribuem com subsídios para a revisão do plano diretor em 2026 e reforçam a importância de um planejamento urbano sensível às especificidades de cada região, contribuindo para uma melhor orientação dos cidadãos e para a promoção de cidades mais seguras e inclusivas.

REFERÊNCIAS

- AICHER, Otl. **Sistema de signos en la comunicacion visual**. México: Gustavo Gili, 1991.
- FARVACQUE-VITKOVIC, Catherine; GODIN, Licien; LEROUX, Hugues; VERDET, Florence e CHÁVEZ, Roberto. **O Endereçamento e a Gestão das Cidades**, Banco Mundial, 2005. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/291011468188373364/pdf/32923-StreetAddressing-Portuguese-Box393223B-PUBLIC.pdf>.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília, 2007.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho das Cidades. (2005, 14 de julho). Resolução nº 34, de 01 de julho 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Diretor Participativo. Brasília, 2004.
- CODEPLAN. Relatório PDSDF n. 09, 1977 Relatório do Plano Piloto de Brasília, COSTA, Lucio. Brasília: CODEPLAN, 1991. [SciTechnol/article/viewFile/6196/6196](https://scitechnol.com/article/viewFile/6196/6196)>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- CODEPLAN. Relatório PDSDF n. 09, 1977 Relatório do Plano Piloto de Brasília.
- CODEPLAN Ante-projeto do Plano Diretor de Sinalização do Distrito Federal, Brasília: 1976.
- CONSELHO NACIONAL DE TRANSITO - CONTRAN. Sinalização Vertical de Regulamentação, Brasília, 2007.
- COSTA, Stael de Alvarenga Pereira; NETTO, Maria Manoela Gimmler. Fundamentos de Morfologia Urbana. Belo Horizonte, Minas Gerais: C/Arte, 2015.
- COSTA, Lucio. Brasília: CODEPLAN, 1991. [SciTechnol/article/viewFile/6196/6196](https://scitechnol.com/article/viewFile/6196/6196)>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- DRIGO, Maria Ogécia; DE SOUZA, Luciana Coutinho Pagliarini. **A paisagem urbana como sistema de comunicação**: Um olhar para a cidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- GOMES, Luiz Vidal Negreiros. **Desenhando, um panorama dos sistemas gráficos**. Rio Grande do Sul: UFSM, 1998
- GUIMARÃES, Bruna; PASQUALETTO, Antônio; & CUNHA, Júlia. A vital necessidade da mobilidade urbana nas cidades brasileiras. **Revista GeoSertões**, 6 (11), 65-88, 2021.

IPHAN Guia Brasileiro de Sinalização Turística, Instituto de Patrimonio Histórico Nacional - IPHAN, Brasília, 2001.

KOHLSDORF, Maria Elaine; Brasília, **Mosaico Morfológico**, 2004.

KOHLSDORF, Maria Elaine; **Dimensão Topoceptiva**, 2005.

KOWARICK, Adriana Coelho Borges. **Comunicação visual urbana: a percepção do usuário em movimento, estudo de caso em Porto Alegre**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2016.

LAMAS, José Manuel Rossano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 2. ed., Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

LEFEBVRE, Henri. A revolução urbana. Belo Horizonte. Traduzido por Sérgio Martins; Ed UFMG, 1999.

LYNCH, Kevin. **Imagem da cidade(a)**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MACEDO, Sílvio Soares. Paisagismo brasileiro na virada do século: 1990-2010. São Paulo: Unicamp, 2012.

MAYKAL, Giannina Picado; **Um olhar sobre o espaço urbano como Símbolo**, 2002.

MOUDON, Anne Vernez. Morfologia urbana como um campo interdisciplinar emergente. *In: Revista de Morfologia Urbana*, v.3, n.1, p. 1-9, 2015.

MUNARI Bruno. **Design e Comunicação Visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 17 de maio 2023.

PEREIRA, R. H. M., NADALIN, V., MONASTERIO, L., & ALBUQUERQUE, P. H. M. Quantifying urban centrality: a simple index proposal and international comparison (Discussion Paper, 1675a). Brasília: Institute for Applied Economic Research, 2012

PESSIS, Annemarie. **Imagens da Pré-história**. São Paulo: Fundham, 2003.

REGO, Renato Leão; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito da morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. *In: Acta Scientiarum Technology*, v.33, n.2, p. 123-127, Maringá, 2011. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Acta>

SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. São Paulo: Hucitec, 1978.

SILVA FILHO, Antonio. R. S; Plano Diretor de Sinalização do Distrito Federal, Dissertação Mestrado UNB, 2007.

SUSTENTABILIDADE EM FOCO: ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA RODOVIA DF-003

Sandra Santos Martins

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Alba Regina Azevedo Arana

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Daniela Vanessa Moris

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Jacqueline Roberta Tamashiro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Karina Silva Ribeiro

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Paula Alves Favareto

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Sérgio Marques Costa

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Ana Karina Marques Salge

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Debora Tavares de Resende e Silva

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

Renata Calciolari Rossi

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

RESUMO

Objetivo: O estudo analisa os impactos ambientais da ampliação da rodovia DF-003 (LTC - Ligação Torto Colorado) no Distrito Federal. Ele aborda os principais impactos ambientais das obras rodoviárias, discute a mobilidade urbana e políticas brasileiras, e propõe formas de mitigação desses impactos. O objetivo é fornecer soluções para minimizar as consequências ambientais da obra. **Métodos:** O trabalho avalia os impactos ambientais da ampliação da rodovia DF-003 no Distrito Federal utilizando pesquisa documental e estudo de caso. Foca na eficiência das medidas mitigadoras previstas no Plano Básico Ambiental, como monitoramento hídrico e proteção da fauna, avaliando seu cumprimento conforme a legislação. A pesquisa também verifica a eficácia das ações para minimizar os impactos físicos, bióticos e socioeconômicos da obra. **Resultados:** A revisão dos resultados ressalta a importância de práticas que minimizem os impactos ambientais das rodovias, preservando biodiversidade e ecossistemas. Medidas mitigadoras bem implementadas reduzem danos e promovem desenvolvimento sustentável, beneficiando a sociedade a longo prazo. **Conclusão:** O exame da rodovia DF-003 destacou a perda de biodiversidade, fragmentação de habitats e impactos no ciclo hidrológico. Foram apontadas medidas mitigadoras essenciais, como preservação de áreas remanescentes e monitoramento contínuo. O estudo enfatiza o equilíbrio entre desenvolvimento e conservação ambiental.

Palavras-chave: mobilidade; obras rodoviárias; gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, até 2050, sete em cada dez pessoas viverão em grandes cidades, resultando em um aumento exponencial das áreas urbanas. No Brasil, esse crescimento acelerado se intensificou desde o início do século XX, com a migração para grandes centros urbanos, como observado pelo IBGE (Muldoon-Smith *et al.*, 2015). Após a crise de 1929 e a Segunda Guerra Mundial, o Brasil vivenciou um significativo crescimento industrial, levando à construção de estradas para facilitar o transporte, especialmente na Região Sudeste. No entanto, a construção e operação de rodovias geram impactos ambientais, como erosões e contaminação de rios, que devem ser mensurados. (Nunes, 2019).

No Distrito Federal, entre 2013 e 2023, a relação entre habitantes e veículos era de aproximadamente 1,3 por carro, com a frota aumentando de 1,4 milhão para 2 milhões em quase 11 anos. Esse crescimento exponencial de veículos tem desafiado as autoridades a garantirem espaço suficiente para locomoção e estacionamento (DETRAN, 2023). O Governo do DF investiu R\$ 715 milhões em 117 obras de infraestrutura, resultando em melhorias no tráfego e segurança, além da geração de 3.635 empregos diretos e indiretos (Agência Brasília/2019).

Desta forma, o artigo tem como objetivo analisar os impactos ambientais da ampliação da rodovia DF-003 (LTC - Ligação Torto Colorado) no Distrito Federal. Discute ainda a mobilidade urbana e políticas brasileiras, e propõe formas de mitigação desses impactos com a finalidade de fornecer soluções para minimizar as consequências ambientais da obra.

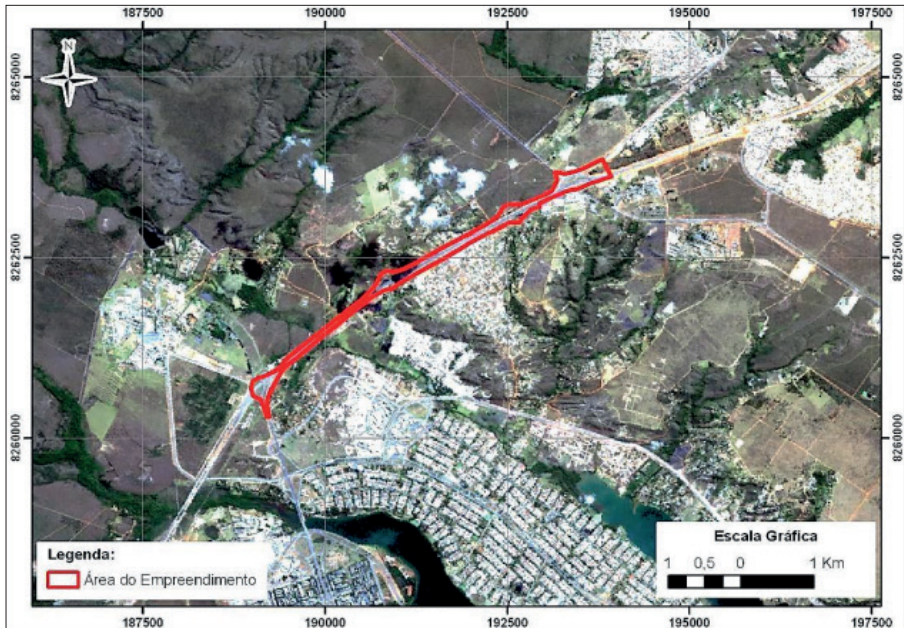
MÉTODOS

Este trabalho é um estudo aplicado com abordagens qualitativas e objetivos descritivo-exploratórios, envolvendo pesquisa documental baseada na coleta, avaliação e interpretação de dados de livros, relatórios, artigos e outros registros escritos.

Localização da Área de Estudo

A localização do trecho de estudo refere-se à rodovia DF-003 (EPIA), conhecida como Estrada Parque Indústria e Abastecimento, conforme ilustrado no mapa da Figura 1. Essa rodovia é a espinha dorsal do sistema viário do Distrito Federal, conectando a Saída Norte (BR-010, BR-020, BR-030) à Saída Sul (BR-040, BR-050). Por ser uma das principais vias do DF, a EPIA apresenta um alto fluxo diário de veículos, tanto particulares quanto de carga, o que gera congestionamentos devido às interseções e cruzamentos ao longo do trajeto. (Figura 1).

Figura 1 – Localização Estrada Parque Indústria e Abastecimento, 2024.



Fonte: EIA/RIMA (2014).

O complexo, também conhecido como Ligação Torto Colorado, atende cerca de 120 mil veículos diariamente e prioriza o transporte público, o que ajudará a reduzir o volume de tráfego e o tempo de deslocamento. Isso trará benefícios ambientais ao diminuir a poluição causada pela emissão de gás carbônico. Iniciado em 2014, o empreendimento inclui a implantação de uma terceira pista na DF-003 (EPIA), marginais em ambos os lados da via, ciclovias e passeios, além de um viaduto de acesso ao Bairro Taquari, Núcleos Rurais e DF-150.

MOBILIDADE URBANA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DAS OBRAS RODOVIÁRIAS

O enfrentamento do desafio da mobilidade urbana configura uma nova vertente para as políticas ambientais. As dificuldades em efetivar medidas de transporte coletivo equitativas, diante do crescimento populacional nas áreas urbanas, culminam em um expressivo aumento da dependência de veículos particulares (Araújo, 2015).

Carvalho (2015) analisa criticamente a mobilidade urbana nas cidades brasileiras, identificando desafios e sugerindo soluções para torná-la mais sustentável. O autor destaca sua relevância para a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico, abordando a dependência de veículos, a poluição do ar, a segurança viária e a acessibilidade.

Rodovias, como obras de engenharia, têm impactos que se iniciam no planejamento e continuam durante a construção e operação, com a manutenção afetando significativamente a qualidade ambiental. A avaliação de impacto ambiental no Brasil ainda é insuficiente na fase operacional, apesar de esta etapa poder gerar efeitos duradouros e significativos. Embora a construção de rodovias traga benefícios socioeconômicos, como a melhoria na mobilidade, também resulta em desmatamento, alteração do sistema de drenagem e mortalidade de animais (Bandeira, 2004).

Sánchez (2003) identifica 38 impactos socioambientais ao longo dos ciclos de vida das rodovias, divididos em várias fases: no planejamento, incluem a especulação imobiliária e a inquietação da população; na implantação, destacam-se a modificação da paisagem e a destruição de habitats; e na operação, a poluição do ar e a mortalidade de fauna. Esses efeitos evidenciam que toda ação humana

que utiliza recursos naturais inevitavelmente afeta o meio ambiente, muitas vezes de forma prejudicial.

RESULTADOS

Drenagem pluvial e corpos hídricos

A movimentação de solo, uma etapa crucial na preparação do terreno para a instalação do sistema de drenagem pluvial, acarreta impactos imediatos e de longo prazo. Essa fase inicial ocasiona efeitos duradouros, como escavação, aterramento e compactação do solo, cujas consequências se manifestarão ao longo dos anos (STRATA, 2019).

Além dos efeitos imediatos sobre o solo e os recursos hídricos, a movimentação de solo também possui um potencial impacto significativo, incluindo o aumento da suscetibilidade à erosão, o aumento da turvação das águas nas proximidades das drenagens e a geração de ruído, poeira e vibrações devido ao uso de maquinário pesado. Esses impactos evidenciam a natureza adversa dessa atividade, pois a recuperação ambiental completa só é viável por meio da regeneração total da área afetada, e seus efeitos podem perdurar por muitos anos, já que a dinâmica ambiental da região será profundamente afetada (STRATA, 2019).

Análise da destinação das águas pluviais

No dia 16/03/2019, a equipe da Supervisora STRATA realizou um levantamento detalhado das condições do ribeirão do Torto. Observou-se que a espessura da lâmina d'água próxima à confluência com o córrego Açude era de aproximadamente 15 centímetros, aumentando à medida que se progredia a jusante, alcançando uma profundidade máxima de cerca de 70 centímetros. A metodologia utilizada foi a mesma do Plano de Desassoreamento, com medições diretas da profundidade do assoreamento por meio de varetas e anotações manuais em campo ao longo de um percurso de avaliação de aproximadamente 270 metros. A extensão dessa avaliação foi determinada pela influência da obra de Ligação Torto Colorado e pela presença de lançamentos de águas pluviais, que contribuíram para a deposição de material terrígeno na calha do ribeirão do Torto (DER. 2020).

O assoreamento no ribeirão do Torto, tanto na confluência com o córrego Açude, quanto no lançamento pluvial do Taquari. Durante o período chuvoso, realizou-se uma avaliação da extensão de 270 metros ao longo do ribeirão do Torto, visando identificar novos pontos de assoreamento. Contudo, constatou-se que o único ponto com deposição de sedimentos após a ponte do ribeirão do Torto encontra-se na área de influência do lançamento do Taquari. Portanto, a extensão a ser desassoreada no ribeirão do Torto permanece em 125 metros (DER.2020).

Supressão da vegetação

A vegetação presente na área de estudo, no segmento das obras de implantação e pavimentação da 3ª faixa da Rodovia DF-003 (entre o Balão do Colorado e o Balão do Torto), é classificada como parte do bioma Cerrado, especificamente como cerrado sensu stricto antropizado, de acordo com Ribeiro e Walter (1998). Essa vegetação possui uma mistura de espécies exóticas e nativas, sendo que os estratos arbustivo-arbóreo e graminoso-herbáceo foram descaracterizados, restando indivíduos arbóreos remanescentes, tanto nativos quanto exóticos, em diferentes condições de conservação.

A retirada de 16.000 indivíduos arbóreos nativos na obra de ligação entre as regiões de Torto e Colorado destaca-se como um ponto de preocupação ambiental. Essa ação pode resultar em diversos impactos negativos, como a perda de biodiversidade, alterações nos ecossistemas locais e redução da qualidade ambiental da região. A supressão de vegetação nativa também pode contribuir para o aumento da erosão do solo, a degradação dos recursos hídricos e o comprometimento do habitat de diversas espécies de fauna e flora (EIA/RIMA, 2013).

Fauna

A coleta de informações sobre a fauna na área onde está localizada a obra de ligação entre Torto e Colorado já foi abordada em diversos estudos contratados pelo DER DF. Isso inclui o EIA/RIMA da Ligação Torto/Colorado, elaborado em 2013, o EIA/RIMA do BRT – Corredor Eixo Norte, também de 2013, e um estudo focado na implementação de medidas em corredores ecológicos

nas proximidades das rodovias DF-001 e DF-003, próximo ao Parque Nacional de Brasília, realizado em 2009.

As rodovias têm o potencial de se tornarem obstáculos para a fauna, não apenas devido à sua estrutura física, que muitas vezes consiste em áreas desprovidas de vegetação, mas também devido ao tráfego de veículos, que pode dificultar a travessia de animais silvestres. Essas estradas podem, portanto, ampliar o isolamento entre fragmentos de habitats naturais, prejudicando os processos de dispersão genética e recolonização (EIA/RIMA, 2013).

Klink e Machado (2005), o bioma Cerrado abriga aproximadamente 199 espécies de mamíferos, 837 espécies de aves, 180 espécies de répteis, 150 espécies de anfíbios e 1.200 espécies de peixes. Em termos de endemismo, o cerrado apresenta taxas significativas, com 9,5% da mastofauna, 3,4% da avifauna, 17% da herpetofauna e 28% da anurofauna.

DISCUSSÃO

A infraestrutura de transporte tem impactos significativos nos ecossistemas, afetando sua estrutura e dinâmica, além dos componentes individuais, como a composição de espécies. A construção de linhas de transporte resulta na destruição direta dos ecossistemas existentes e na reconfiguração das características locais. No entanto, os efeitos ecológicos das estradas são complexos e difíceis de mitigar completamente (Coffin, 2007).

Manter áreas sem estradas é crucial para preservar a paisagem natural, mas, dada a escassez dessas áreas, a conservação não pode depender apenas da proteção de áreas naturais existentes. Os projetos de estradas precisam ser ajustados para considerar uma gama de processos ecológicos e espécies afetadas, e o monitoramento contínuo é essencial para garantir benefícios ecológicos e minimizar efeitos adversos. No entanto, a falta de financiamento e especialistas treinados para lidar com questões ecológicas relacionadas as estradas é uma limitação significativa, e muitas vezes os efeitos ecológicos sistêmicos das estradas não podem ser totalmente superados (Trombulak e Frissell, 2000).

CONCLUSÃO

As rodovias são essenciais para o desenvolvimento econômico e social, proporcionando aumento da produtividade e acesso a serviços. Contudo, sua construção pode causar impactos ambientais negativos sobre o ar, solo, água, fauna e flora. Para minimizar esses danos, é crucial que as empresas implementem medidas mitigadoras e adotem práticas que reduzam os impactos, planejando cuidadosamente a construção para proteger a biodiversidade e os ecossistemas, assegurando que rodovias bem projetadas beneficiem a sociedade e preservem o meio ambiente.

Agradecimentos

Universidade do Oeste Paulista e Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que colaboraram para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Tempo de obras por todo DF**. Edição: Claudio Fernandes. 2019. Acesso em 16/05/2024. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2022/12/19/tempo-de-obras-por-todo-o-df/>.

MULDOON-SMITH, K. *et al.* Transações urbanas: Investigando a relação entre preferência espacial e configuração espacial na cidade de Leeds. **10º Simpósio Internacional de Sintaxe Espacial**. Londres, Reino Unido. 2015.

Nunes, B. *et al.* Um olhar sobre transporte rodoviário e a sustentabilidade: o impacto da poluição no meio ambiente. Artigo apresentado no XVI SEGET (Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia). Brasília/DF, 2019.

EIA/RIMA. INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DO DISTRITO FEDERAL. **Implantação e Pavimentação da 3ª Faixa da Rodovia DF-003**. Legislação vigente. Brasília, 2014.

ARAÚJO, Peterson Couto. Sistema Viário Ligação Torto – Colorado e Trevo de Triagem Norte: Análise da Ampliação da Malha Viária entre Sobradinho-DF e o Plano Piloto de Brasília. Brasília/DF, 2015.

CARVALHO, João *et al.* **Processos de Erosão e Assoreamento em Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Editora Ambiental, 2000.

DETRAN, DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO DF. **Frota de veículos registrados no 1º Trimestre em circulação, 2023**. <https://www.detran.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Frota-de-Vei%CC%81culos-Registrados-no-DF-em-Circulac%CC%A7a%CC%83o-ate-marco-2023.pdf>.

BANDEIRA, C. & FLORIANO, E. P.. **Avaliação De Impacto Ambiental De Rodovias**. Caderno Didático Nº 8, 1ª Ed, Santa Rosa, 2004.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 1a ed. [S.l.]: Oficina de Textos, 2008.

STRATA. PCA/PRAD. **Sistema de Drenagem Pluvial da Reabilitação de Pavimento com Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003 (ÉPIA) e Via Suplementar – Ligação Torto/Colorado**, 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa, p.151-212, 2008..

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *In*: **Megadiversidade**. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil. Vol.1, Belo Horizonte: Conservação Internacional. 2005.

TROMBULAK, SC e FRISSELL, CA Revisão dos efeitos ecológicos das estradas nas comunidades terrestres e aquáticas. **Biologia da Conservação**. 2000. Acesso em: 16/05/2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>.

COFFIN, Alisa W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, v. 15, n. 5, p. 396-406, sep. 2007. Acesso em: 02 jul. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692306001177?via%3Dihub>.

SOBRE AS ORGANIZADORAS



Alba Regina Azevedo Arana

Possui graduação em Licenciatura(1986) e Bacharelado (1987) em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1986), mestrado em Geografia (Geografia Humana) pela Universidade de São Paulo (1993) e doutorado em Geografia (Geografia Humana) pela Universidade de São Paulo (2001). Atualmente é Coordenadora do Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Unoeste (Mestrado e Doutorado) membro da comissão do PDI da Universidade do Oeste Paulista (2013 - atual), membro da Comissão Própria de Avaliação - CPA da Universidade do Oeste Paulista (2013- atual), professor titular da Universidade do Oeste Paulista, Membro da Rede Brasileira de Pesquisa e Gestão em Desenvolvimento Territorial – RETE; Criadora da RIAS - Rede Internacional de Ambiente e Sustentabilidade e Membro da Rede ODS Brasil. Representante da Unoeste no Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (a partir de 2017), no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (dez/2016 a atual) e membro fundadora da REDEUNIPARANAPANEMA do CBH Rio Paranapanema; Coordena o Grupo de Pesquisa em Resíduos e Meio Ambiente no CNPq.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1931029698985787>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8995-4449>



Maíra Rodrigues Uliana

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP/Botucatu (2005), com mestrado (2009) e doutorado (2013) em Agronomia - Energia na Agricultura, pela mesma instituição. Durante o doutorado, realizei um período sanduíche na Universidade do Minho (UMINHO), em Braga, Portugal, como bolsista do programa ERASMUS MUNDUS. Atualmente, exerço o cargo de vice-coordenadora do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional na Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), onde também sou docente, ministrando disciplinas nos cursos de Agronomia, Química, Engenharia Química e Gastronomia. Além disso, atuo como diretora administrativa da Fundação do Oeste Paulista de Inovação (FOPI) desde julho de 2024. Também sou pesquisadora colaboradora da RETE - Rede Brasileira de Pesquisa e Gestão em Desenvolvimento Territorial e da RIAS - Rede Internacional de Ambiente e Sustentabilidade.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7335993135052889>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0217>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagens Pedagógicas: 47, 48, 57

Agricultura: 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 83, 88, 89, 91, 219, 243, 244, 245, 258

Ambientalização Curricular: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 69, 70, 72, 73, 113, 115, 116, 120, 122, 123, 124, 125

Análise do Ciclo de Vida: 16, 17, 18, 19, 22, 33, 36, 37, 38

Áreas Verdes: 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 159, 190, 191, 193, 194, 195, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 213, 222, 239

Área Verde: 189

B

Biodiversidade: 45, 63, 64, 80, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 108, 109, 129, 189, 190, 195, 198, 203, 208, 210, 217, 218, 221, 228, 269, 283, 288, 290, 291

C

Caminhabilidade: 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 170, 172, 185

Cidadania: 38, 41, 42, 43, 46, 48, 52, 53, 73, 119, 135, 138, 260

Concreto Armado: 17, 34, 268

Conectividade Ecológica: 93, 94, 99, 108

Construção Civil: 16, 17, 18, 19, 164

Currículo Universitário Verde: 113

D

Desenvolvimento Rural: 69, 75, 76, 77, 79, 89, 90, 244

Desenvolvimento Sustentável: 19, 20, 35, 38, 46, 54, 58, 64, 68, 76, 81, 84, 89, 90, 113, 129, 143, 144, 147, 151, 171, 172, 174, 186, 190, 191, 193, 204, 210, 219, 221, 229, 239, 242, 258, 277, 281, 283

Distrito Federal: 27, 36, 58, 63, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 105, 111, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 140, 147, 151, 160, 167, 172, 176, 184, 186, 187, 189, 190, 191, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 205, 214, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 246, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 267, 268, 269,

274, 277, 280, 281, 283, 284, 285, 290

Drenagem Urbana: 127, 130, 131, 133, 134, 135, 138, 140, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 226, 233

E

Educação Ambiental: 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 60, 65, 72, 73, 81, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 138, 139, 192, 193, 197, 202, 203, 208, 210, 211, 219, 220, 221

Estruturas Curriculares: 57

F

Flutuador: 242, 245, 249, 257

Formação Socioambiental: 113

Função Social da Propriedade: 225, 228

G

Gestão Ambiental: 17, 19, 21, 23, 35, 36, 50, 59, 127, 130, 133, 135, 213, 222, 226, 228, 229, 283

Gestão Participativa: 208, 211, 219, 220, 221

Gestão Urbana: 73, 167, 189

I

Indicadores de Sustentabilidade de Ensino: 40

Infiltração: 136, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 226, 230, 233, 236, 242, 243, 244, 258

Infraestrutura Verde: 154, 163, 166, 171

L

Legislação Urbana: 150, 225

M

Medidas Mitigadoras: 93, 98, 99, 100, 101, 103, 108, 111, 283, 290

Meio Ambiente: 18, 19, 20, 23, 25, 35, 36, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 55, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 72, 73, 89, 99, 111, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 123, 127, 128, 129, 138, 140, 143, 144, 152, 155, 167, 174, 175, 184, 186, 187, 190, 191, 195, 203, 204, 205, 209, 210, 213, 218, 219, 222, 223, 235, 258, 287, 290

Mobilidade: 95, 143, 148, 149, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 177, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 261, 263, 264, 266, 269, 270, 274, 275, 277, 280, 283, 284, 286

Mobilidade Ativa: 143, 172, 180, 182

Molinete Hidrométrico: 242, 245, 247, 256

Mortalidade de Fauna: 93, 95, 96, 97, 99, 103, 106, 109, 286

O

Obras Rodoviárias: 283, 286

Orientabilidade: 260, 264, 279

P

Parque Ecológico: 129, 130, 132, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 210, 269

Parque Urbano: 189, 192, 195, 197, 199, 200, 201, 213, 222

Participação Comunitária: 208, 220

Passagens de Fauna: 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 108, 109

Pedestres: 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 170, 171, 174, 179, 180, 181, 182, 265, 271, 276, 277

Planejamento Urbano: 127, 131, 133, 135, 136, 143, 144, 147, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 170, 171, 174, 182, 190, 191, 225, 226, 228, 234, 235, 237, 239, 260, 262, 279, 280

Plano Diretor: 135, 137, 145, 151, 160, 167, 184, 187, 190, 225, 226, 227, 229, 235, 239, 260, 261, 262, 267, 268, 272, 274, 276, 278, 279, 280, 281

Políticas Públicas Ambientais: 93

Práticas Pedagógicas Inovadoras: 40

Programa de Assentamento: 74, 75, 76, 88

R

Recursos Hídricos: 64, 111, 114, 127, 128, 129, 130, 133, 135, 139, 140, 141, 155, 156, 160, 161, 166, 167, 168, 226, 238, 242, 243, 287, 288

Regularização Fundiária: 225, 226, 227, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238

Requalificação Urbana: 143, 170, 176, 177, 187, 194

Responsabilidade Socioambiental: 40, 139

S

Saneamento Básico: 127, 134, 136, 140, 160, 171, 238, 244, 257

Saúde: 25, 38, 55, 63, 84, 87, 90, 129, 133, 136, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 156, 175, 190, 191, 192, 193, 195, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 213, 284

Serviços Ecossistêmicos: 208, 211, 217, 221, 222, 239

Sustentabilidade: 16, 17, 18, 19, 25, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54,

55, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 68, 71, 72, 75, 76, 77, 79, 81, 88, 89, 90, 91, 113, 117, 120, 122, 124, 125, 127, 133, 139, 145, 147, 154, 163, 165, 167, 171, 189, 192, 207, 209, 210, 213, 218, 221, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 242, 243, 259, 268, 277, 282, 290

Sustentabilidade Educacional: 40

T

Transporte Ativo: 170, 175, 180, 183

Transporte Público: 149, 170, 171, 174, 175, 176, 180, 181, 182, 183, 286

U

Urbanização: 94, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 138, 139, 140, 145, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 165, 167, 168, 171, 174, 186, 190, 195, 199, 200, 201, 203, 227, 228, 229, 230, 236, 237, 240



científica digital



VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

