

v.5

EngUrb
em Debate
PPGEU | UFSCar



A **Engenharia Urbana em Debate** é um periódico online de caráter acadêmico e científico, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar e tem como objetivo publicar, de forma gratuita, pesquisas voltadas ao conhecimento e práticas sobre a gestão e atuação técnico-profissional no território.

O Volume 5, referente ao segundo semestre do ano de 2024, é um periódico online de caráter acadêmico e científico, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Seu objetivo é publicar, de forma aberta, pesquisas voltadas ao conhecimento e às práticas relacionadas à gestão e à atuação técnico-profissional no território.

A Revista Engenharia Urbana em Debate é uma iniciativa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Revisores deste número: Adriana Goulart dos Santos; Claudio Robert Pierini; Denise Balestrero Menezes; Diego de Oliveira Martins; Elza Luli Miyasaka; Fabio Leandro da Silva; Maria Clara Fava; Marcelo Monari.

Foto da capa da edição: Sinais, Agosto de 2014
Autoria: Natasha Nême©.



Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Engenharia Urbana em Debate / Universidade Federal de São Carlos.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU. v.5,
n.2 (2024). São Carlos: 2024.

v.5, n.2 Fluxo contínuo com 2 números por ano
Sumários em Português
ISSN: 2675-830X digital

1. 1. Saneamento. 2. Urbanismo. 3. Geotécnica e Geoprocessamento.
4. Transportes. Universidade Federal de São Carlos II. Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

CDD – 628

Periodicidade:
Fluxo Contínuo com 2 números por ano

Suporte: Eletrônico

PPGEU - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luis, km 235
São Carlos - SP - BR
CEP: 13565-905
Telefone: (16) 3351-8295



A Engenharia Urbana em
Debate é registrada no
Creative Commons

O conteúdo dos artigos é
de inteira responsabilidade
dos autores.

Engenharia Urbana em Debate
engurbdebate@gmail.com



EDITORAS RESPONSÁVEIS

Profa. Dra. Elza Luli Miyasaka
Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes

EDITORES ASSOCIADOS

Prof^ª. Dr^ª. Katia Sakihama Ventura
Prof^ª. Dr^ª. Luciana Márcia Gonçalves
Prof^ª. Dr^ª. Thais de Cassia Martinelli Guerreiro

EQUIPE TÉCNICA

Indexação

Ms. Tatiane Ferreira Olivatto

Editoração e Diagramação do número

Priscila Kauana Barelli Forcel

Diagramação

Natasha Nême Gonçalves de Almeida

Comunicação

Gabriella Barreiros da Silva

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

Prof. Dr. Érico Masiero
Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Antonio Nelson Rodrigues da Silva | USP
Prof. Dr. Cláudio César de Paiva | UNESP
Prof. Dr. Edmur Azevedo Pugliesi | UNESP
Prof. Dr. Eduardo Augusto Werneck Ribeiro | IFC
Prof. Dr. José Augusto di Lollo | UNESP
Prof. Dr. José Luiz Albuquerque Filho | IPT
Prof. Dr. Licínio da Silva Portugal | UFRJ
Prof. Dr. Marco Musso | UniLaR
Prof. Dr. Maurício Pinto | UnCuyo
Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize | UFG
Prof. Dr. Ricardo de Souza Moretti | UFABC
Prof. Dr. Rodrigo Firmino | PUCPR
Prof. Dr. Rodrigo Melo Porto | USP
Prof. Dr. Rui António Rodrigues Ramos | UMinho
Prof. Dr. Tiago Cunha | UFV
Prof. Dr. Valdir Schalch | USP
Profa. Dra. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo | USP
Profa. Dra. Gisela Cunha Viana Leonelli | UNICAMP
Profa. Dra. Regina Mambelli Barros | UNIFEI
Profa. Dra. Leticia Peña Barrera | UACJ
Profa. Dra. Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão | FATEC

COMISSÃO EDITORAL

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Prof^ª Dr^ª Cali Laguna Achon
Prof. Dr. Daniel Jadyr Leite Costa
Prof. Dr. Erich Kellner
Prof^ª Dr^ª Katia Sakihama Ventura
Prof^ª Dr^ª Carolina Maria Pozzi de Castro
Prof^ª Dr^ª Cristiane Bueno
Prof^ª Dra Elza Luli Miyasaka
Prof. Dr. Érico Masiero
Prof^ª Dr^ª Luciana Márcia Gonçalves
Prof. Dr. Ricardo Augusto Souza Fernandes
Prof^ª Dr^ª Denise Balestrero Menezes
Prof. Dr. Edson Augusto Melanda
Prof. Dr. Fábio Noel Stanganini
Prof. Dr. José Augusto Di Lollo
Prof^ª Dr^ª Rochele Amorim Ribeiro
Prof^ª Dr^ª Thais de Cassia Martinelli Guerreiro

30 años
30 años
30 años
30 años
30 años
30 años
30 años



30 ANOS DE PPG-EU

A UFSCar iniciou suas atividades em 1970 e sua ampliação ocorreu logo nos meados dessa mesma década. Uma das características principais era a inovação curricular. Em 3 de julho de 1977 foi criado o curso de Engenharia de Produção com nova visão de GESTÃO. Em 1978 teve início o curso de Engenharia Civil, junto ao Departamento de Engenharia de Produção, denominado GRUPO CIVIL. Assim, o curso de Engenharia Civil partilhava a administração entre Chefia e Vice Chefia.

Em 16 de junho de 1986, através da Portaria MEC/423 foi aprovado o Departamento de Engenharia Civil, abrangendo o Curso de Engenharia Civil, o qual, desde seu início era formado por Ênfases: Sistemas Construtivos e Serviços Públicos.

Em 1987 após intensa discussão curricular a Ênfase denominada Serviços Públicos foi para "ENGENHARIA URBANA" com conteúdo Inter-áreas, no campo de conhecimento do Urbanismo, Saneamento, Geotecnia e Transportes, visando formar um profissional voltado para a solução dos problemas da cidade.

O crescimento urbano entre 1970 e o ano de 1990 se deu de forma emblemática. Em 1970 a população urbana era de cerca de 55% do total. Em 1980 essa porcentagem passou para 65% e em 1990 para cerca de 75%. Assim, nesse período (1970 a 1990) a população urbana passou de 50 milhões em 1970 para 105 milhões em 1990. Dessa forma, a decisão para "ENGENHARIA URBANA" foi acertada, pois os problemas urbanos se intensificaram nesse período e seriam muito mais críticos nas três décadas posteriores.

Esses fatos permitiram abertura de campo de pesquisa muito amplo de forma integrada que balizou a criação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, no ano de 1993. Assim, em 1994 teve início a primeira turma de mestrandos e em 1996 ocorreu a primeira defesa de Mestrado.

O grupo da geração que iniciou há 30 anos atrás, hoje está em menor número, acompanhados de nova geração, muitos oriundos do curso de graduação no DECiv/UFSCar e da ênfase de Engenharia Urbana.

No ano de 2020 o documento "Planejamento Estratégico 2021 – 2024" levantou pontos fortes e fracos do PPGEU. Dentre os pontos fracos foram apontados: Infraestrutura discente; limitações de espaço físico; limitações de recursos financeiros; fragilidade em manter/promover integração com IES e incertezas no cenário futuro.

Os desafios desses pontos fracos apontados em 2020 devem ser analisados de forma criteriosa, pois o problema urbano no Brasil é muito diferente dos países desenvolvidos. Dessa forma, as pesquisas podem não gerar publicações destacadas em grandes periódicos. No entanto, a contribuição de soluções que possam apontar caminhos para pequenos e médios municípios pode ser fundamental, como laboratórios reais. Deve-se lembrar que cerca de 88% dos municípios brasileiros têm população abaixo de 50 000 habitantes, apesar de representar pouco mais de 30% da população total.

O papel desempenhado pelo PPGEU é, e sempre foi exemplo para a engenharia brasileira, que necessita rever conceitos de preparação de cabeças pensantes, que possam levar o Brasil à frente.

Parabéns a todos os envolvidos nessa dura empreitada.

São Carlos, 07 de novembro de 2024

João Sergio Cordeiro
Docente Sênior da UFSCar

07

30 ANOS DE PPG-EU

João Sergio Cordeiro

12

**ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA EM JOINVILLE -SC: BASES
PARA REFLEXÃO E REVISÃO**

Samara Braun

Marcel Virmond Vieira

Sabrina Aparecida Lopes Roman

Juliete dos Santos

Anna Letícia Verard

32

**DIRETRIZES PROJETUAIS PARA ACESSIBILIDADE URBANA: UMA
REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

Allana Peres Dourado

Emeli Lalesca Aparecida da Guarda

Geovana Geloni Parra

Ramon Fortunato Gomes

42

**UMA INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CIDADES INTELIGENTES:
EXPLORANDO A DIVERSIDADE POLISSÊMICA**

Luis Gustavo Lucatelli

Gabriel Gomes de Carvalho

Márcio Antonio Ferreira

Silvia Cristina de Jesus

54

**QUALIDADE DO AR E DESIGUALDADE SOCIAL NA CIDADE DO
RECIFE – PERNAMBUCO - BRASIL**

Elyenay Mikaelle Nascimento Bandeira

Carlos Eduardo Menezes da Silva

Max Antônio da Silva Pessoa

Michele de Lima e Silva

Rosane da Silva Avelino dos Santos

Maria Clara Vidal de Freitas

Anselmo César Vasconcelos Bezerra

CITY-RESILIENCE FROM THE PERSPECTIVE OF THE WATER-ENERGY-SANITATION NEXUS

Cristiane Diniz Santiago
Marco Aurélio Soares de Castro
Juliano Costa Gonçalves
Erica Pugliesi
Norma Felicidade Lopes da Silva Valencio

66

RESUMOS

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO SOBRE A DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAIS: ESTUDO DE CASO NUMA ÁREA EM JUIZ DE FORA, MG

Leonardo Leon Leite Moreira
Daniel Jadyr Leite Costa

82

CONTRIBUIÇÃO PARA AMPLIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE ARQUITETOS E URBANISTAS NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS

Geovana Geloni Parra
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Érico Masiero

84

SUMÁRIO
SUMÁRIO
SUMÁRIO
SUMÁRIO

n.2

v. 5

ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA EM JOINVILLE -SC: BASES PARA REFLEXÃO E REVISÃO

Neighborhood Impact Study in Joinville -Sc: Bases for Reflection and Review
Estudio de Impacto Vecinal en Joinville -Sc: Bases para la Reflexión y la Revisión

BRAUN, S.¹; VIEIRA, M. V.²; ROMAN, S. A. L.³;
SANTOS, J.⁴; VERARDI, A. L.⁵

Resumo

O Estudo de Impacto de Vizinhaça - EIV trata-se de um instrumento urbanístico previsto pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), estando entre os instrumentos mais difundidos nos municípios brasileiros. Em Joinville, a instituição do EIV ocorreu em 2011, e sua regulamentação e efetiva operação a partir de 2013. Neste período, mais de 120 protocolos de EIV foram registrados e analisados. Assim como o espaço urbano se transforma, as leis necessitam ser revisadas e atualizadas, visando promover melhorias nas legislações e nos processos, e garantir que o desenvolvimento seja consonante à função social da cidade. Esta pesquisa tem como objetivo levantar e sistematizar os principais dados referente ao EIV em Joinville. Para o desenvolvimento desta pesquisa, de caráter quanti-qualitativa, foi realizado levantamento bibliográfico e pesquisa documental, e posteriormente tabulados e mapeados os dados coletados. Dentre os resultados, elenca-se desafios e oportunidades para a revisão deste instrumento para que se torne compatível à realidade, contudo, sem perder de vista a multiplicidade de temas e escalas que tal instrumento abarca.

Palavras-chave: Política Urbana; Instrumentos urbanísticos; Direito Urbanístico.

¹ BRAUN, S. - Samara Braun. Arquiteta Urbanista - Mestre em Desenvolvimento Regional pela Fundação Universidade Regional de Blumenau, FURB - Prefeitura Joinville, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4751-9953>, samara.braun@joinville.sc.gov.br

² VIEIRA, M. V. - Marcel Virmond Vieira. Mestrando em Engenharia Mecânica pela Sociedade Educacional de Santa Catarina, SOCIESC - Prefeitura Joinville, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8619-7172>, marcel.virmond@joinville.sc.gov.br

³ ROMAN, S. A. L. - Sabrina Aparecida Lopes Roman. Arquiteta Urbanista - Prefeitura Joinville, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0372-0281>, sabrina.lopes@joinville.sc.gov.br

⁴ SANTOS, J. - Juliete dos Santos. Arquiteta Urbanista - Prefeitura Joinville, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6129-1629>, juliete.santos@joinville.sc.gov.br

⁵ VERARDI, A. L. - Anna Letícia Verard. Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Católica de Santa Catarina em Joinville, alv.rardi@gmail.com

Data da Submissão:
20 de agosto de 2024

Data da Aprovação:
16 de dezembro de 2024

Data da Publicação:
19 de dezembro de 2024

COMO CITAR:

Braun, S.; Vieira, M. V.; Roman, S. A. L.; Santos, J.; Verardi, A. L.. ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA EM JOINVILLE -SC: BASES PARA REFLEXÃO E REVISÃO. Engenharia Urbana Em Debate, 5(2). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v5i2.133>



Abstract

The Neighborhood Impact Study (EIV) is an urban planning instrument provided for by the City Statute (Federal Law No. 10,257/2001), and is one of the most widely used instruments in Brazilian municipalities. In Joinville, the EIV was established in 2011, and its regulation and effective operation began in 2013. During this period, more than 120 EIV protocols were registered and analyzed. As urban spaces change, laws need to be reviewed and updated to promote improvements in legislation and processes and ensure that development is in line with the city's social function. This research aims to collect and systematize the main data related to the EIV in Joinville. To develop this quantitative and qualitative research, a bibliographical and documentary survey was carried out, and the collected data were subsequently tabulated and mapped. Among the results, challenges and opportunities are listed for reviewing this instrument so that it becomes compatible with reality, however, without losing sight of the multiplicity of themes and scales that such an instrument encompasses.

Keywords: Urban Policy; Urban planning instruments; Urban Law.

Resumen

El Estudio de Impacto Vecinal - EIV es un instrumento de planificación urbana previsto por el Estatuto de la Ciudad (Ley Federal nº 10.257/2001), siendo uno de los instrumentos más difundidos en los municipios brasileños. En Joinville, la EIV fue creada en 2011, y su regulación y funcionamiento efectivo comenzó en 2013. Durante este período, se registraron y analizaron más de 120 protocolos de EIV. A medida que el espacio urbano se transforma, es necesario revisar y actualizar las leyes, con el objetivo de promover mejoras en la legislación y los procesos, y garantizar que el desarrollo esté en consonancia con la función social de la ciudad. Esta investigación tiene como objetivo recopilar y sistematizar los principales datos sobre la EIV en Joinville. Para desarrollar esta investigación cuantitativa y cualitativa se realizó un levantamiento bibliográfico y una investigación documental, y posteriormente los datos recolectados fueron tabulados y mapeados. Entre los resultados, se enumeran desafíos y oportunidades para revisar este instrumento para que sea compatible con la realidad, pero sin perder de vista la multiplicidad de temas y escalas que cubre este instrumento.

Palabras-clave: Política Urbana; Instrumentos de planificación urbana; Derecho Urbanístico.

1. Introdução

O Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), que regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, foi considerado um novo marco para o planejamento urbano no Brasil, por garantir um processo participativo de planejamento e por munir os municípios com uma série de instrumentos urbanísticos. Luiz Quinto Jr. (2008) destaca que após a aprovação do Estatuto da Cidade, inaugura-se um novo ciclo de produção de Planos Diretores, e recentemente, em Santa Catarina, observa-se a revisão deste ciclo de Planos Diretores, em atendimento ao prazo decenal estabelecido pelo Estatuto da Cidade (Braun *et al.*, 2024). Dentre os instrumentos urbanísticos previstos pelo Estatuto da Cidade está o Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV, que destaca-se entre os instrumentos mais difundidos no país, e no caso de Santa Catarina, instituído em mais de 50% dos municípios.

Em Joinville, cidade mais populosa do estado de Santa Catarina, o EIV foi previsto pelo Plano

Diretor de 2008, sendo instituído em 2011 e regulamentado em 2013. Ao longo desta última década, foram mais de 120 protocolos de EIV registrados.

A necessidade de revisão e atualização da política urbana, por meio do Plano Diretor, prevista pelo Estatuto da Cidade, se justifica pelas diversas transformações que o espaço urbano passa, sejam estas transformações territoriais, ambientais, econômicas e sociais. Assim, o objetivo da revisão e atualização é de adequar o planejamento e gestão urbana à atualidade, todavia, sempre pautado nas diretrizes estabelecidas no art. 2º do Estatuto da Cidade. Por consequência da atualização do Plano Diretor, pode-se ter repercussões também nos instrumentos urbanísticos derivados, e pelos quais se consolidam as diretrizes definidas pela Política Urbana local.

Tem-se então a questão norteadora: como proceder a revisão de normativa de um instrumento

urbanístico? Diante disto, esta pesquisa tem como objetivo levantar e sistematizar os principais dados referente ao EIV em Joinville, visando análise da aplicação do instrumento e subsidiar uma possível revisão normativa. O levantamento e análise aqui apresentados contribuem para iniciar o processo de compreensão da repercussão da implementação da política urbana no município.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, de caráter quanti-qualitativa, foi realizado levantamento bibliográfico e pesquisa documental, e posteriormente tabulados e mapeados os dados coletados. A partir dos resultados identificados, elencaram-se desafios e oportunidades para aprimoramento do instrumento do EIV no município de Joinville, sem, contudo, perder de vista a multiplicidade de temas e escalas que tal instrumento abarca.

2. Caracterização

Os estudos de impacto surgem nos Estados Unidos, e se tornaram praticados em diversos países, como México, Canadá e Alemanha (Schvarsberg, Kallas, 2024). No Brasil, instrumentos de análise e licenciamento urbanístico similares surgem de forma pioneira em municípios como Porto Alegre (com a proposta do Estudo de Viabilidade Urbanística - EVU, em 1978) e São Paulo (com a proposta do Relatório de Impacto de Vizinhança - RIVI, em 1994) (Peres, Cassiano, 2019).

Atribui-se a estas influências, e outras, a origem do Estudo de Impacto de Vizinhança na legislação urbanística do Brasil, com contribuições ainda durante a tramitação do projeto de lei que daria origem ao Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), que regulamenta a Política Urbana no país (Peres, Cassiano, 2019).

O Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001) elenca, no art. 4º, uma série de instrumentos urbanísticos para que se alcance as diretrizes propostas pela lei federal. Este conjunto de instrumentos oferecidos aos municípios foi considerado inovador na concepção de planejamento municipal, e fundamental para equipar a gestão urbana, isto por que, tanto a

inserção da pauta da política urbana quanto a inclusão do município como ente federativo na Constituição Federal de 1988 trouxeram uma nova realidade aos municípios brasileiros, sendo atribuído a estes o processo de elaboração de seu próprio desenho institucional diretamente relacionado à realidade política e social local. Por intermédio do Estatuto da Cidade, a competência aos municípios na formulação do Plano Diretor e a regulamentação de instrumentos urbanísticos (Cota, 2013; Maricato, 2011b). Tais disposições permitem a boa gestão do solo urbano e o aperfeiçoamento dos procedimentos e mecanismos a estes atrelados (Biasatto, 2012).

Dentre os instrumentos urbanísticos listados pelo Estatuto da Cidade, como citado anteriormente, está o Estudo prévio de Impacto de Vizinhança - ou Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) (Brasil, 2001). O EIV é apresentado como um instrumento de democratização da gestão urbana (Epaminondas, 2023; Schvarsberg, Kallas, 2024), sendo complementar à disciplina de uso e ocupação do solo (também conhecido como zoneamento).

Enquanto a disciplina de uso e ocupação do solo tem a função de orientar as regiões e localidades aptas ou não à implantação de determinados usos e atividades, o que por si só, tem se mostrado ineficaz para alcançar o direito à cidade sustentável (Cota, 2013; Maricato, 2011), o EIV assume o papel da mediação entre os conflitos e interesses de diferentes atores e da comunidade vizinha, daquelas atividades ou empreendimentos que afetam a qualidade de vida da população urbana causando incomodidade significativa, reforçando o atendimento às diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor de ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade (Peres, Cassiano, 2019; Epaminondas, 2023; Schvarsberg, Kallas, 2024).

Como expõe Epaminondas (2023), o EIV não se trata de um instrumento que possa 'burlar' a disciplina de uso e ocupação do solo. Oposto a isso, o EIV visa impedir o uso da propriedade em prejuízo de outrem, pois o EIV trata-se de um estudo que tem como objetivo demonstrar previamente as repercussões e efeitos positivos e negativos

do empreendimento ou atividade numa dada região ou vizinhança, nas diferentes temáticas: adensamento populacional, equipamentos públicos, uso e ocupação do solo, mobilidade, paisagem urbana, entre outros (Brasil, 2001; Epaminondas, 2023).

A partir desta análise, complementada pela participação popular, o instrumento do EIV possibilita pactuar as medidas preventivas a serem adotadas e as alterações na concepção dos projetos (Schvarsberg, Kallas, 2024). Cabe citar que por medidas preventivas ou prevenção, entende-se o conjunto de ações e medidas mitigadoras, compensatórias, compatibilizadoras e potencializadoras. Por se tratar de uma análise prévia, o EIV torna-se um requisito para a liberação de permissões e autorizações, como por exemplo, alvará de construção ou de localização.

Luiz Quinto Jr. (2008) destaca que após a aprovação do Estatuto da Cidade em 2001, inaugura-se um novo ciclo de produção de Planos Diretores, bem como, de regulamentação dos instrumentos urbanísticos. Conforme referida lei, fica a cargo do município definir os empreendimentos e atividades sujeitos à apresentação de estudo de impacto de vizinhança (Cassiano, Peres, 2016).

Conforme levantamento realizado pelo Ministério das Cidades em 2006, o EIV está entre os 10 instrumentos urbanísticos mais frequentes implementados nos municípios, apesar de ainda constatado como incipiente a consolidação do planejamento urbano nos moldes previstos pelo Estatuto da Cidade (Schvarsberg, Kallas, 2024). Dois anos após, observou-se um crescimento da quantidade de municípios com EIV regulamentado, porém, esperava-se que o EIV ganhasse maior efetividade (Cassiano, Peres, 2016). Para Epaminondas (2023), trata-se ainda de um instrumento em consolidação, de crescente interesse e aplicação por parte dos municípios (Epaminondas, 2023). Para Cassiano e Peres (2016) o baixo índice de aplicabilidade do EIV está relacionado também na forma com a qual os municípios tratavam seus instrumentos: como lei específica ou dentro do próprio Plano Diretor.

Em levantamento efetuado em 2021 no estado de Santa Catarina, o EIV é o instrumento que está mais difundido no estado, estando regulamentado em mais de 50% dos municípios, inclusive em cidades sem Plano Diretor, há o EIV regulamentado por alguma normativa (lei ou decreto) (Braun et al. 2024).

Dentre os desafios que envolvem o EIV, quando já regulamentado nos municípios, está o processo moroso, a necessidade de procedimentos pré-estabelecidos e publicizados (Cassiano, Peres, 2016; Schvarsberg, Kallas, 2024). Observam-se também artigos e publicações com sugestões de termos de referência ou roteiros metodológicos para elaboração do EIV, aspecto reiterado por Epaminondas (2023) e Cassiano e Peres (2016), que citam também a necessidade de aperfeiçoamento das instâncias de participação e democratização social.

A efetividade dos instrumentos depende da instituição de normativas específicas e de regulamentação própria, elaboradas de acordo com as singularidades de cada cidade (Braun et al. 2024). De acordo com Schvarsberg e Kallas (2024), assim como há a instrução pelo Estatuto da Cidade de revisão do Plano Diretor a cada 10 anos, para o EIV, enquanto instrumento da política urbana, se deveria buscar também a sua revisão, considerando a análise da aplicação do instrumento, visando aprimorar a aplicabilidade e eficácia.

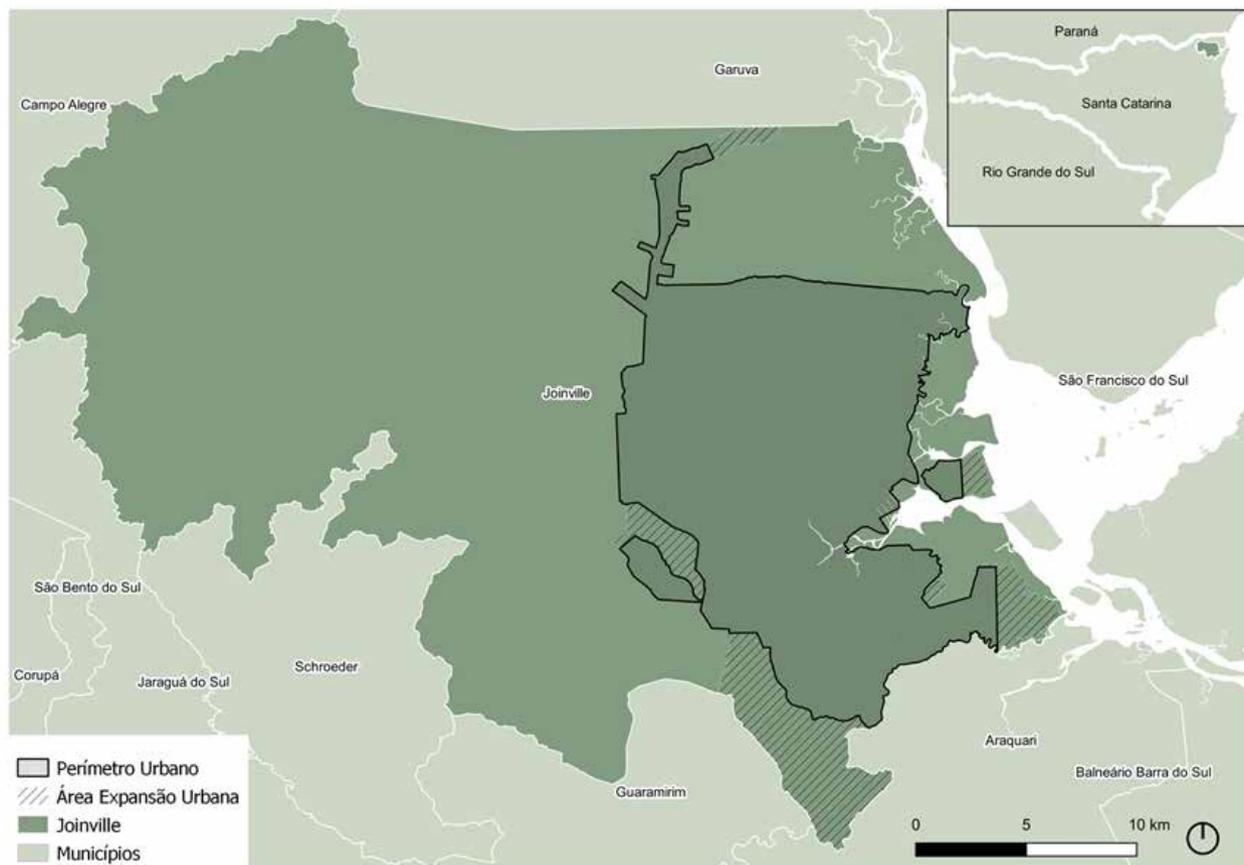
Em paralelo, observa-se que em outros municípios há a implementação de instrumentos similares, porém simplificados se comparado ao EIV, voltados à análise prévia de possíveis impactos de determinadas atividades. Citamos como exemplos os estudos de pólos geradores de tráfego ou relatório de impacto de trânsito, voltados à análise de impactos na mobilidade urbana, aplicados por municípios como São Paulo (desde meados de 1990), Goiânia e Londrina. E os EIV's simplificados, aplicados por municípios como Taubaté, Balneário Camboriú e Aparecida.

2.1. Caracterização de Joinville

A cidade de Joinville situa-se na região norte do estado de Santa Catarina (Figura 1). Com 616.317 habitantes (IBGE, 2024), é a cidade mais populosa do estado. A economia baseia-se nos setores industriais e de serviços, e se destaca pelo alto Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,80914 (conforme IDHM de 2010)

e como o terceiro pólo industrial da região Sul. A partir da década de 1850 ocorre a colonização de Joinville (então conhecida por Colônia Dona Francisca) por imigrantes europeus, atraídos pela propaganda que apresentava a localidade como uma grande oportunidade (Joinville, 2023).

Figura 1 – Localização de Joinville - Santa Catarina, destaque para perímetro urbano.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A expansão e crescimento urbano em Joinville foram influenciados pela expansão da base econômico-industrial, atraindo a migração populacional, sendo na década de 1950 que se

intensifica o processo de industrialização e que se observa o rompimento do equilíbrio entre a população urbana e rural, desde a criação da Colônia (Braun, 2017; Joinville, 2023).

Figura 2 – Linha do tempo da regulação urbana em Joinville.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os primeiros trabalhos urbanísticos de caráter de regulação urbana moderna em Joinville surgem a partir da década de 1960, com marcos de revisão ao longo das décadas de 70 e 90 (Braun, 2017; Joinville, 2023). Já em 2008 ocorreu a instituição do Plano Diretor em atendimento ao Estatuto da Cidade, e em 2011 a lei que institui o Estudo prévio de Impacto de Vizinhança – EIV. Mais recentemente, em 2022, a revisão decenal do plano diretor, conforme previsto pelo Estatuto da Cidade (Figura 2).

Além do instrumento do EIV, objeto deste artigo, o município de Joinville possui regulamentado e em aplicação os instrumentos urbanísticos da Outorga Onerosa do Direito de Construir - OODC, Transferência do Direito de Construir

- TDC, Outorga Onerosa de Alteração de Uso do Solo - OÖAU, Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios, e, Imposto Predial e Territorial Urbano Progressivo no Tempo.

Dentre as ferramentas de análise, destacamos também a Declaração Urbanística de Conformidade – DUC - documento autodeclaratório - e Estudo de Viabilidade de Uso e/ou Atividade – EVA. Trata-se de informações prestadas pelo empreendedor para atividades e empreendimentos específicos, para aferir a mitigação dos impactos de mobilidade em atividades de pequena e média interferência urbanística. A instituição destas ferramentas se insere num contexto de complementar as atividades e usos não abarcados pelo EIV, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Aplicação de instrumentos urbanísticos conforme uso/atividade.

Uso	DUC	EVA	EIV
Parcelamento do Solo	-	-	≥ 500 unidades
Residencial Multifamiliar	-	-	177 unidades ou ≥ 12.500m ²
Uso Comercial	-	-	> 12.500m ²
Alimentação e Alojamento	-	Rural	> 12.500m ²
Prestação de Serviço	Rural CNAE 69 a 75	-	> 12.500m ²
Uso Industrial	Pequena interferência	Média interferência	Grande interferência
Serviço Social	Rural, médio porte	-	-
Saúde e Educação	-	Rural, médio porte	≥ 5mil m ²
Esporte e Lazer	-	Rural, médio porte	≥ 5mil m ²
Religioso	-	Qualquer porte	≥ 5mil m ²
Associativo	-	Rural, médio porte	≥ 5mil m ²
Crematório	-	-	Qualquer porte
Equipamentos públicos: Esgoto e Resíduos Sólidos	Qualquer porte	-	Qualquer porte
Passarelas	-	-	Privativa sobre área pública
Equipamentos públicos: Energia	Qualquer porte	-	Qualquer porte
Equipamentos públicos: Água	Qualquer porte	-	-
Prisionais	-	-	Qualquer porte
Estações de Mobilidade	-	-	Qualquer porte
Empreendimentos com testada para o setor FR	-	-	Quando acesso pela rodovia for tecnicamente inviável
Ruas com largura < 16m	-	-	16 unidades ou gabarito ≥ 4 pvtos
Ampliações em edificações	-	-	> 30%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Outras distinções se dão na competência de análise, e nas medidas preventivas a serem atendidas pelo empreendedor, conforme Figura 3.

Figura 3 – Comparativo entre instrumentos que abordam impactos do empreendimento.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ainda, além do licenciamento urbanístico, considerando os instrumentos acima citados, cabe citar que a depender da atividade ou porte do empreendimento, o mesmo poderá estar sujeito a outros licenciamentos e avaliações, bem como, adequações a regramentos instituídos em legislações e normas, conforme Figura 4. Quanto

aos serviços públicos, como abastecimento de água, energia e esgoto, os empreendimentos podem estar sujeitos a consultas de viabilidade, os quais os órgãos responsáveis e/ou concessionárias podem exigir adequações e medidas preventivas quanto ao impacto sobre a infraestrutura urbana e serviço público.

Figura 4 – Legislações e normas aplicáveis a empreendimentos.



Licenciamento Ambiental: supressão de vegetação, compensações ambientais, sistemas de tratamento, gestão de resíduos



Alvará Sanitário: critérios de edificação e acabamentos, gestão e operação, destinação e tratamento de resíduos



Licenciamento Bombeiros: critérios de implantação, sistemas de fuga e de segurança



Alvará Polícia Civil: controlar a venda e utilização de produtos controlados, tais como armas de fogo, explosivos, substâncias químicas, etc.



Padrões do município: limite emissão de ruídos, interdição de trânsito, padrões construtivos, disposição resíduos, escoamento de águas, interdição ou interferência de áreas públicas, padrões construtivos e de implantação



Edifícios: normas de acessibilidade, segurança, implantação e dimensionamento, proximidade de áreas tombadas, etc.

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O que se observa nos casos acima citados é a sobreposição nos processos administrativos, ou seja, a repetição de apresentação de conteúdo e de análise em algumas temáticas, inclusive em diferentes instâncias e esferas de análise.

3. Materiais e Métodos

A metodologia baseou-se numa pesquisa exploratória de caráter quanti-qualitativa, levantamento bibliográfico e pesquisa documental. Foram levantados dados dos estudos publicados no site da Prefeitura de Joinville, além das normativas em diário oficial, e a coleta ocorreu no período de 01 a 29 de julho de 2024.

Como o EIV está instituído desde 2011 e regulamentado desde 2013, o levantamento considera os estudos protocolados durante o período de 2013 a 2024, inclusive aqueles com análise em andamento. Todavia, devido a limitação de alguns documentos, a tabulação de dados para algumas análises se deu em período mais restrito, por exemplo, quanto à participação popular, visto que até certo período havia somente a publicidade da ata da audiência, não constando a lista de presença. Para cada caso, estão descritos os períodos de coleta de dados.

A coleta considerou a atividade ou uso do empreendimento, tempo de tramitação, a participação popular e as medidas firmadas em termo de compromisso. Os dados coletados foram tabulados e espacializados, e serão apresentados os resultados e análises a seguir.

4. Resultados e Discussões

O instrumento urbanístico do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV estava previsto pelo Plano Diretor de 2008, sendo instituído em lei específica somente em 2011, por meio da Lei Complementar nº 336/2011. Em 2018, durante processo participativo de revisão do Plano Diretor, se manteve a necessidade do instrumento do EIV para a gestão e o planejamento urbano do município, resultando na mesma estrutura redacional no Plano Diretor de 2022, quanto aos aspectos a serem abarcados nas análises.

Apesar da instituição do instrumento em 2011, a regulamentação, contendo o procedimento administrativo para a tramitação do EIV se deu em 2013, por meio do Decreto Municipal nº 20.668, de 22 de maio de 2013. Durante o período de 2013 a 2024, foram protocolados mais de 120 EIV's, conforme Figura 5.

Figura 5 – Protocolos de EIV em Joinville por ano, 2013-2024.

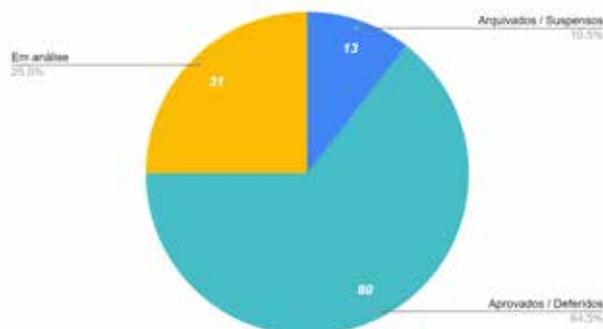


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O EIV pode ser requerido para novas edificações e ampliações, ou quando da instalação de determinadas atividades, conforme Quadro 1, sendo pré-requisito para a emissão de alvará de construção e de licenças de funcionamento, respectivamente. Do total de protocolos (Figura 6), são considerados como Aprovados ou Deferidos aqueles com emissão de Parecer Técnico Conclusivo - PTC, ou seja, que finalizaram todo o processo administrativo e participativo de análise do EIV. Após a emissão do PTC, cabe ao empreendedor prosseguir para a oficialização do Termo de Compromisso (documento que especifica as medidas preventivas a serem cumpridas e respectivos prazos, como condicionamento à emissão de alvarás e licenças), ou optar pelo arquivamento do processo (quando há desistência de construir ou de instalar a atividade). Também, estão classificados como Suspensos ou Arquivados os protocolos em que houve a desistência do processo durante a análise do EIV, ou seja, sem a emissão de PTC. Por fim, considerados como Em Análise, aqueles em que não houve durante o desenvolvimento desta pesquisa a emissão do PTC e nem foram considerados suspensos.

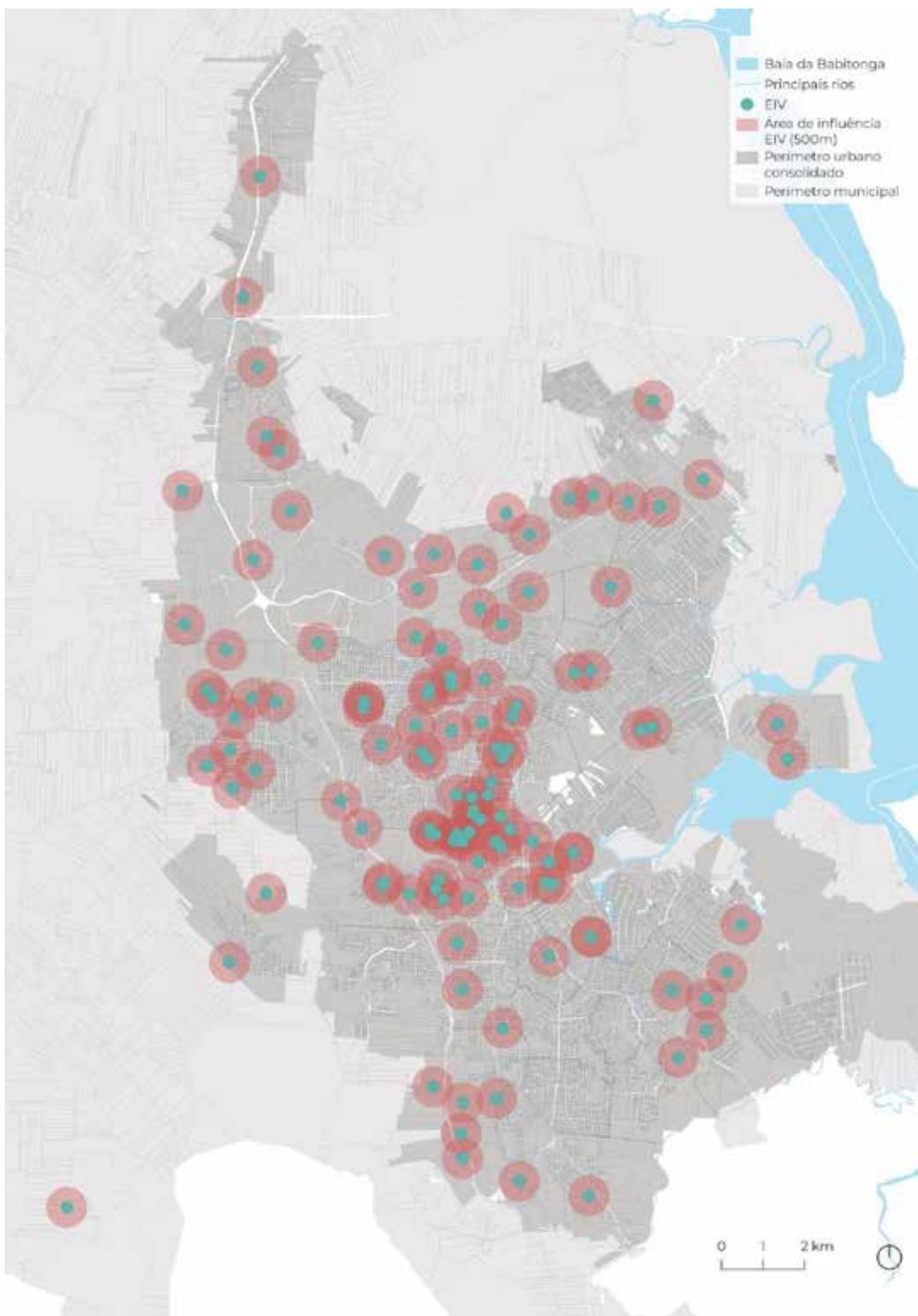
A distribuição territorial dos empreendimentos que protocolaram EIV ocorre principalmente no perímetro urbano - cabe destacar que conforme Plano Diretor em Joinville, estão sujeitos a EIV tanto empreendimentos urbanos quanto rurais (Figura 7). Dos empreendimentos situados no perímetro urbano, observa-se a concentração em bairros de maior adensamento populacional, e ao longo de eixos viários estruturantes da cidade.

Figura 6 – Situação dos protocolos de EIV em Joinville, 2013 - 2024.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Figura 7 – Espacialização dos empreendimentos que protocolaram EIV em Joinville.

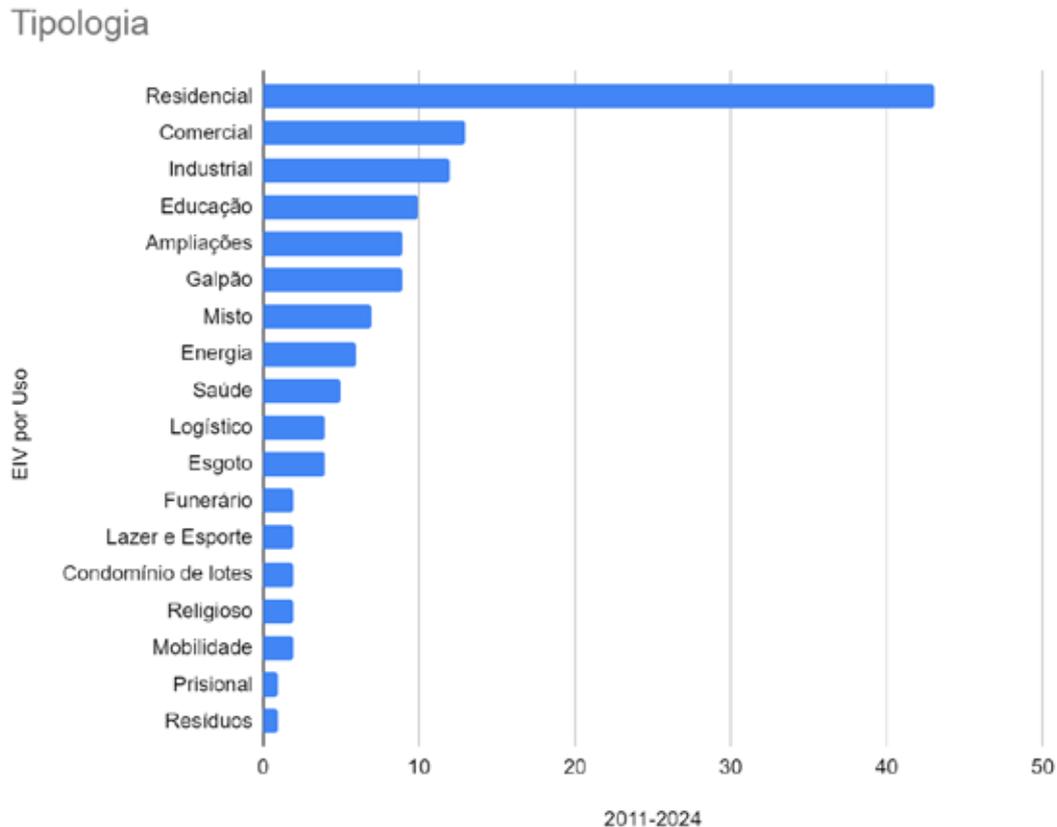


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na Lei Complementar nº 336/2011 constam os usos e atividades sujeitos ao EIV, conforme já apresentado no Quadro 1. Ao longo do período de 2013 a 2024, a maior quantidade de protocolos

de EIV refere-se a empreendimentos residenciais multifamiliares (edifícios de apartamentos), seguido de empreendimentos comerciais e industriais (Figura 8).

Figura 8 – Principais atividades.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Em 2017, por meio do Decreto nº 30.210, em seguida, em 2022, pelo Decreto nº 46.563, ocorrem atualizações da regulamentação do processo administrativo da Lei Complementar nº 336/2011, visando simplificar e tornar mais objetiva a apresentação do Estudo e a tramitação do processo, coadunando com as recomendações de Schvarsberg e Kallas (2024). Por fim, em 2023, por meio de Instrução Normativa, é publicado formulário para EIVs, padronizando o fornecimento de dados e os métodos de levantamento e análise

de dados, de encontro aos desafios pontuados por Peres e Cassiano (2019).

As atualizações e padronizações foram motivadas pelos longos períodos de tramitação do EIV e recorrentes erros de dados nos documentos apresentados, além de orientar a apresentação de conteúdo mínimo para critérios em que há subjetividade de análise. Na Figura 9 apresenta-se o comparativo de tramitação considerando as diferentes regulamentações.

Figura 9 – Comparativo de tramitação de EIV.

• 2017	• Decreto nº 46.563 08 de março de 2022	• IN N° 01/2023 20 de setembro de 2023
2 pedidos de dilação por EIV tempo solicitado 240 a 60 dias	2 pedidos de dilação por EIV tempo solicitado 150 a 60 dias	2 pedidos de complementação por EIV Média de 125 dias para aprovação
4 pedidos de complementação por EIV quantidade solicitada 6 a 1 complementação	5 pedidos de complementação por EIV quantidade solicitada 9 a 3 complementação	Média de 4,16 meses para aprovação Processos tramitando (previsão até 01 de agosto de 2024)
Média de 323,60 dias para aprovação	Média de 337,80 dias para aprovação	Média de 128 dias para aprovação
Média de 10,78 meses para aprovação	Média de 11,26 meses para aprovação	Média de 4,28 meses para aprovação

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Quanto à participação popular, a lei que institui o EIV determina a realização de audiências públicas, organizadas pelo empreendedor e acompanhadas pelo Executivo Municipal. Além da divulgação nos meios oficiais (como Diário Oficial e sítio eletrônico da prefeitura), deve ocorrer a publicação em jornais de maior circulação na cidade, com 15 (quinze) dias de antecedência. Outrossim, aplica-se a boa prática de enviar correspondência física ou eletrônicas às associações de moradores da vizinhança do entorno do empreendimento em análise.

Quanto à participação popular nas audiências do EIV, a análise neste artigo abrange o período de 2022 a 2024, período em que, além da publicidade das atas das audiências, passou-se a dar publicidade também à lista de presença.

Há por prática o agendamento e divulgação da audiência pública com pelo menos 15 dias de antecedência. A divulgação se dá em diário oficial, jornal de ampla circulação, e envio de carta convite às associações de moradores próximas do empreendimento. Os locais de realização das audiências devem ser capazes de receber pelo menos 100 pessoas, e serem realizadas em região próxima ao local do empreendimento. A média de público nas audiências públicas varia em torno de 30 a 40 pessoas (quadro 2), porém, o que se observa é uma variação de público conforme o uso/atividade do empreendimento, sendo observado menor público em empreendimentos industriais, galpões logísticos e empreendimentos voltados às atividades comerciais (quadro 3).

Quadro 2 – Participação em Audiência Pública de EIV, 2022-2024.

Ano	Média de público na audiência
2022	39
2023	26
2024	38

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Quadro 3 – Média de público em Audiência Pública de EIV, 2022-2024.

Uso	Média de público na audiência
Comercial	18
Condomínio de Lotes	48
Educação	61
Energia	20
Esgoto	33
Funerário	40
Galpão	13
Industrial	11
Mobilidade/Logística	38
Religioso	86
Residencial Multifamiliar	31

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Quanto às audiências públicas com maior registro de participantes, há uma recorrência em empreendimentos residenciais multifamiliares (quadro 4).

Quadro 4 – Audiências Públicas de EIV com maior quantidade de participantes, 2022-2024.

Quantidade de Participantes	Tipologia do Empreendimento
115	Residencial Multifamiliar
109	Educação
98	Religioso
95	Residencial
74	Religioso
64	Funerário
48	Condomínio de Lotes
43	Mobilidade/ Logística
34	Residencial Multifamiliar
33	Esgoto

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Porém, ao nos aprofundarmos nas análises, notou-se que não é possível estabelecer um padrão entre a participação quantitativa e as manifestações dos participantes, ou seja, não necessariamente audiências com maior público implicam necessariamente em maior quantidade de manifestações participativas. Cabe destacar que as manifestações registradas nas atas de audiências públicas abarcam tanto as falas e formulários registrados no momento da audiência pública, quanto manifestações registradas até dez dias posteriores ao evento, feitas fisicamente no órgão responsável quanto por e-mail.

Outro dado que se destacou foi a quantidade de audiências públicas sem registro de manifestação, seja no momento da audiência pública, quanto posteriormente, dentro do prazo previsto. Quando há manifestação, há maior recorrência de questionamentos quanto aos impactos na mobilidade, seguido de questionamentos quanto aos impactos durante o período de obras (quadro 5).

Quadro 5 – Principais temas nas manifestações em Audiência Pública de EIV, 2022-2024.

Quantidade de Audiências	Temática da Manifestação		
11	Não houve manifestação		
15	Mobilidade	Trânsito já está saturado	Demanda por vagas para estacionamento de visitantes, e prestadores de serviço
		Abertura de novas vias, alargamento de vias	Susceptibilidade a acidentes e segurança viária
		Acesso ao empreendimento	Manutenção sinalização viária
		Trânsito prejudicado por estacionamento na rua	Mudança de tráfego e alteração de sinalização viária
		Necessidade de calçadas	Necessidade de ciclovias
11	Obras	Impacto dos ruídos das obras	Duração das obras
		Esclarecimento sobre a terraplanagem	Circulação do veículos de carga, danos em via pública
		Sujeira nas vias durante a obra, Método de limpeza do caminhão	
10	Equipamentos de Saúde	A rede atual não atende a demanda existente	
7	Equipamentos de Educação	A rede atual não atende a demanda existente	
6	Drenagem	Impacto nos alagamentos e inundações	
6	Empreendimento	Críticas ao projeto arquitetônico	Dúvidas gerais do empreendimento, quantidade de moradores, quantidade de vagas, público-alvo (renda), e afins.
6	Energia	Impacto da alta tensão na vizinhança	Rede elétrica já deficitária
		Se o empreendimento possui geração própria	Possibilidade de oscilação de energia durante o período de obra
5	Ambiental	Impacto na fauna local Nascentes e cursos d'água	Supressão de vegetação
5	Segurança	Furtos durante a obra	Impacto na segurança oriundos do empreendimento
4	Transporte Coletivo	Transporte coletivo na região é insuficiente	Necessidade de abrigos
4	Água	Falhas no abastecimento atual	Possibilidade de falta de água durante o período de obra
3	Questões particulares	Negociação e promessas de antigos proprietários	Recalque edificação vizinha, impacto de fissuras
2	Lazer	Necessidade de equipamentos de lazer	
2	Poliuição do Ar	Risco de falha do sistema de controle de gases	
2	Impacto imobiliário	Desvalorização imobiliária, ou impacto financeiro, em decorrência do empreendimento	
2	Sombreamento	Sombreamento nos lotes lindeiros	
1	Ruídos	Empreendimento deve oferecer conforto acústico	

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Por fim, analisou-se as medidas de prevenção firmadas nos Termos de Compromisso. Observou-se que parte das medidas já são apresentadas pelo empreendedor no próprio EIV, ou são requeridas durante o processo administrativo de análise do EIV, quando a Comissão solicita adequação ou complementação do estudo e/ou do projeto, como por exemplo, a adequação de acessos dos empreendimentos e soluções de mobilidade. Outra medida citada de forma recorrente nos Termos de Compromisso diz respeito à solução de drenagem dentro do lote em que se situa o empreendimento. Tais medidas citadas anteriormente, não foram espacializadas pois se referem ao próprio imóvel ou empreendimento.

Além disso, observa-se a boa prática de firmar em termo o compromisso de manutenção das vias e áreas públicas que tenham sido afetadas durante o período de obras, tal como, desgaste ou dano à pavimentação, drenagem e sinalização viária.

Quanto às demais medidas de prevenção, há predominância de medidas atreladas à mobilidade (abarcando alterações viárias), de infraestrutura (como a pavimentação de vias e a ampliação ou reforço de redes de drenagem pública), e de equipamentos comunitários (como o fornecimento de projeto executivo para a ampliação do equipamento) (Figura 10).

Figura 10 – Espacialização das medidas preventivas.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Diante deste resultados, destacam-se desafios e oportunidades para uma possível revisão da normativa que regulamente o EIV em Joinville.

Dentre as oportunidades está a possibilidade de que os resultados apresentados deem maior segurança e embasamento na revisão e atualização das normativas referentes ao EIV em Joinville, como por exemplo, identificar quais atividades ainda estarão

sujeitas ao EIV, e outras mais a serem incluídas na normativa, ou seja, que se passe a requerer o EIV. O desafio consiste em identificar quais destes usos ou atividade tem ocasionando impactos no meio urbano e atualmente encontram-se dispensados deste instrumento. Neste aspecto, apontamos uma oportunidade de continuidade e complementação desta pesquisa inicial.

Quanto às atividades a serem mantidas a prévia análise, por meio do EIV, destacam-se os empreendimentos residenciais multifamiliares, em que há maior registros de manifestação em audiência pública, além de manifestações mais variadas, passando desde a preocupação com impactos de mobilidade à impactos em infraestrutura e equipamentos comunitários. Nestes casos, constatou-se que a participação popular requerida no EIV serviu majoritariamente para sanar dúvidas e preocupações da vizinhança do entorno dos empreendimentos.

Da mesma forma, a análise apresentada nesta pesquisa pode contribuir para justificar que outras atividades as quais atualmente se exige o EIV possam ser dispensadas deste instrumento, por estarem abrangidas por outras normativas vigentes. Citamos como exemplo, o caso de atividades de crematórios, que apesar de possuírem maior índice de participação, tiveram entre as manifestações registradas, a preocupação com a poluição do ar, questão regulamentada e licenciada com base na política ambiental. Assim, se faz necessário aprofundar os trâmites e licenciamentos aos quais as atividades estão sujeitas, para averiguar se os possíveis impactos possuem regulamentação específica estabelecida.

Outrossim, abre-se aqui oportunidade de regulamentar instrumentos complementares ao licenciamento urbanístico, como o Estudo de Pólos Geradores de Tráfego. Trazemos novamente como exemplo, o caso da atividade de crematório, em que durante a etapa de participação, a maior quantidade de manifestações estava atrelada ao impacto na mobilidade em momentos de cerimônias fúnebres, assim como de outras atividades, onde o tema da mobilidade se sobressaiu ou foi a única temática abordada, sejam nas manifestações em audiências públicas ou nas medidas compensatórias determinadas em Termo de Compromisso.

Dentre os desafios para o município, apesar de se constatar uma melhoria na tramitação dos processos administrativos após a atualização das regulamentações, o que coaduna com os apontamentos realizados por Epaminondas (2023)

e Peres e Cassiano (2019), seja pelo tempo de análise ou pela quantidade de complementações requeridas, observa-se ainda a necessidade de aperfeiçoamento dos estudos, refletindo de forma mais evidente e objetiva a repercussão e impacto do empreendimento, seja para maior objetividade na análise pelo corpo técnico, seja para maior transparência do estudo ao público em geral.

Finalizamos esta análise citando a recomendação de Peres e Cassiano (2017),

Debater o aperfeiçoamento e o avanço do instrumento Estudo de Impacto de Vizinhança requer pensar melhores aprimoramentos científicos e metodológicos para sua condução, sem, contudo, perder de vista a multiplicidade de escalas territoriais, paisagens e dinâmicas urbanas, para que os municípios compatibilizem o instrumento às suas realidades (Peres, Cassiano, 2017, n.p.)

5. Conclusão

O Estatuto da Cidade se destacou ao regulamentar a política urbana, e por orientar e munir os municípios com uma série de instrumentos urbanísticos que inovam o planejamento urbano, e trazem segurança jurídica para a gestão urbana. Dentre estes instrumentos, o enfoque desta pesquisa se deu sobre o Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV.

O EIV tem se mostrado um instrumento urbanístico fundamental para mediar os conflitos e repercussões de uma atividade ou empreendimento na vizinhança em que se instalará. Devido seu caráter preventivo, a definição de medidas preventivas pode se tornar um pré-requisito para o licenciamento urbanístico e edílico (Peres, Cassiano, 2017), e para a qualificação e aperfeiçoamento dos projetos (Schvarsberg, Kallas, 2024).

Com a autonomia do município, enquanto ente federativo, de delinear sua própria política urbana, conhecer e compreender a demanda e necessidade pelos Estudos de Impacto de Vizinhança é fundamental para aperfeiçoar o planejamento urbano local, em direção às diretrizes de direito à cidade, da função social

da propriedade e da democratização da gestão urbana, estabelecidas no Estatuto da Cidade.

Os autores Schvarsberg e Kallas (2024) sugerem que as normativas que instituem os instrumentos urbanísticos também sejam revisadas em período decenal, assim como ocorre com o Plano Diretor. Para Alvim *et al.* (2006), a política urbana deve ser submetida a processos de avaliação para seu aperfeiçoamento. Diante destas orientações que esta pesquisa se desenvolveu.

Em Joinville, o EIV já está instituído e regulamentado há mais de 10 anos, e ao longo desta trajetória, alterações quanto aos procedimentos administrativos foram efetuadas, nos quais notou-se melhorias dos processos. Nesta pesquisa, debruçou-se sobre as principais informações dos EIVs em Joinville, quanto ao tempo de tramitação, participação e as medidas preventivas estabelecidas em Termos de Compromisso, visando subsidiar uma possível revisão da lei no município.

Destes resultados, elencaram-se desafios e oportunidades para aprimoramento do instrumento do EIV, inclusive a inserção de novos instrumentos urbanísticos complementares, para abarcar atividades não contempladas no EIV.

Por fim, ousamos dizer que esta pesquisa pode contribuir ao incentivo para que mais municípios e pesquisadores considerem abordar uma nova fase do debate do planejamento urbano, de monitoramento e avaliação da implementação da política urbana. Assim como o espaço urbano se transforma, as leis necessitam ser revisadas e atualizadas, pautadas também em análises de dados, visando promover melhorias nas legislações e nos processos, e garantir que o desenvolvimento seja consonante à função social da cidade.

6. Referências Bibliográficas

ALVIM, A. A. T. B. et al. Desafios das Políticas Urbanas no Brasil: a importância dos instrumentos de avaliação e controle social. Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 1-24, 2006.

BIASATTO, R. Política urbana e ambiental. Indaial: Uniasselvi, 2012.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: 12 abr. 2024.

BRAUN, S. O mar e a cidade: mudanças climáticas e o desenvolvimento urbano em Joinville (SC). Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2017. Disponível em: <http://www.bc.furb.br/docs/DS/2017/362206_1_1.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2024.

BRAUN, S.; LADA, E. R.; FONSECA, E. P. Instrumentos Urbanísticos em municípios catarinenses. Anais do Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo - SIAU, v. 1, p. 47-56, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/siau/article/view/34556/19325>>. Acesso em: 12 abr. 2024.

CASSIANO, A. M. PERES, R. B. Diretrizes e critérios para a regulamentação e implementação do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no município de São Carlos, SP. In: Anais do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável: Pluris. (p. 1-12). Maceió: Viva Editora, 2016.

COTA, D. A. A parceria público-privada na política urbana brasileira recente: reflexões a partir da análise das operações urbanas em Belo Horizonte. Rio de Janeiro: Letra Capital, ANPUR, 2013.

EPAMINONDAS, L. M. R. Estudo de impacto de vizinhança em Belo Horizonte: possibilidades e desafios. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/62932>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Joinville. IBGE Cidades: Joinville. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>>. Acesso em: abr. 2024.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 620, de 12 de setembro de 2022. Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável – PDDS. Disponível em <<https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/plano-diretor-de-desenvolvimento-sustentavel-pdds/>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 336, de 10 de junho de 2011. Estudo prévio de Impacto de Vizinhança – EIV. Disponível em <<https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/estudo-previo-de-impacto-de-vizinhanca-eiv/>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

JOINVILLE, Prefeitura de. Cidade em Dados 2023. Disponível em <<https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/joinville-cidade-em-dados-2023/>>. Acesso em: fev. 2024.

MARICATO, E. Brasil, cidades: Alternativas para a crise urbana. 4ª. ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 2011a.

MARICATO, E. O impasse da política urbana no Brasil. Petrópolis (RJ): Vozes, 2011b.

PERES, R. B.; CASSIANO, A. M. Inter-relações entre o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e o Estudo de Impacto Ambiental (EIA): perspectivas

e contribuições às políticas públicas ambientais urbanas. In: Anais do XVII ENANPUR, v. 17 n. 1 (2017). Disponível em: <<https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/1568>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

PERES, R. B.; CASSIANO, A. O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil: avanços e desafios à gestão ambiental urbana. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana* 11, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180128>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

QUINTO JR., Luiz de P. A contribuição da cultura técnica do planejamento urbano no Brasil numa perspectiva comparada com a gênese da gestão urbana na Europa. In: PEREIRA, Elson M. (org.). *Planejamento Urbano no Brasil: conceitos, diálogos e práticas*. Chapecó: Argos, 2008. p. 43-72.

SCHVARSBURG, B.; KALLAS, L. A regulamentação do estudo de impacto de vizinhança na região centro-oeste brasileira: “quando ninguém estiver olhando” x controle social. *Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*, Goiânia, Brasil, v. 10, n. 1, p. e13255, 2024. Disponível em: <<https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/13255>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

DIRETRIZES PROJETOIS PARA ACESSIBILIDADE URBANA: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Project Guidelines for Urban Accessibility: A Bibliometric Review

Directrices de Diseño para la Accesibilidad Urbana: Una Revisión Bibliométrica

**DOURADO, A. P.¹; GUARDA, E. L. A.²;
PARRA, G. G.³; GOMES, R. F.⁴**

Resumo

A urbanização crescente e a diversidade das necessidades urbanas destacam a importância de diretrizes projetuais eficazes para a acessibilidade nas cidades. Este artigo realiza uma revisão bibliométrica para avaliar as diretrizes existentes e sua aplicação prática. Apesar dos avanços normativos, a implementação enfrenta desafios, incluindo infraestrutura inadequada e falta de manutenção das áreas verdes. A revisão indica que muitos ambientes urbanos ainda apresentam barreiras significativas que afetam a mobilidade e a qualidade de vida, especialmente para crianças, idosos e pessoas com deficiência. O estudo sugere que uma abordagem integrada, com dados quantitativos e perspectivas diversas, é essencial para melhorar a eficácia das diretrizes e criar ambientes urbanos inclusivos. As conclusões destacam a necessidade de superar lacunas na implementação para garantir equidade e acessibilidade urbana.

Palavras-chave: Calçadas; Caminhabilidade; Diretrizes urbanas; Mobilidade urbana; Revisão bibliométrica.

¹ DOURADO, A. P. - Allana Peres Dourado. Graduada de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4752-5599>, allana.p@ufms.br

² GUARDA, E. L. A. - Emeli Lalesca Aparecida da Guarda. Professora Doutora da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7536-4448>, emeli.guarda@ufms.br

³ PARRA, G. G. - Geovana Geloni Parra. Professora Doutora da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3281-7018>, geovana.parra@ufms.br

⁴ GOMES, R. F. - Ramon Fortunato Gomes. Professor Doutor da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0220-7147>, ramon.fortunato@ufms.br

Data da Submissão:

31 de outubro de 2024

Data da Aprovação:

02 de dezembro de 2024

Data da Publicação:

19 de dezembro de 2024

COMO CITAR:

Dourado, A. P.; Guarda, E. L. A.; Parra, G. G.; Gomes, R. F. DIRETRIZES PROJETOIS PARA ACESSIBILIDADE URBANA: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA. Engenharia Urbana Em Debate, 5(2). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v5i2.140>



Abstract

Increasing urbanization and the diversity of urban needs highlight the importance of effective design guidelines for accessibility in cities. This paper conducts a literature review to assess existing guidelines and their practical application. Despite regulatory advances, implementation faces challenges, including inadequate infrastructure and lack of maintenance of green areas. The review indicates that many urban environments still present significant barriers that affect mobility and quality of life, especially for children, the elderly, and people with disabilities. The study suggests that an integrated approach, with quantitative data and diverse perspectives, is essential to improve the effectiveness of guidelines and create inclusive urban environments. The findings highlight the need to overcome gaps in implementation to ensure equity and urban accessibility.

Keywords: Sidewalks; Walkability; Urban standards; Urban mobility; Bibliometric review.

Resumen

La creciente urbanización y la diversidad de necesidades urbanas resaltan la importancia de directrices de diseño eficaces para la accesibilidad en las ciudades. Este artículo realiza una revisión bibliométrica para evaluar las directrices existentes y su aplicación práctica. A pesar de los avances regulatorios, la implementación enfrenta desafíos, incluida una infraestructura inadecuada y la falta de mantenimiento de las áreas verdes. El análisis indica que muchos entornos urbanos todavía presentan barreras importantes que afectan la movilidad y la calidad de vida, especialmente para los niños, los ancianos y las personas con discapacidad. El estudio sugiere que un enfoque integrado, con datos cuantitativos y perspectivas diversas, es esencial para mejorar la eficacia de las directrices y crear entornos urbanos inclusivos. Los hallazgos resaltan la necesidad de superar las brechas en la implementación para garantizar la equidad y la accesibilidad urbana.

Palabras-clave: Aceras; Caminabilidad; Normas urbanas; Movilidad urbana; Revisión bibliométrica.

1. Introdução

A crescente urbanização e a diversificação das necessidades dos cidadãos exigem uma reflexão mais profunda sobre a acessibilidade nas cidades. Enquanto as discussões sobre mobilidade urbana se intensificam, é fundamental compreender como as diretrizes projetuais podem ser adaptadas para atender a diferentes grupos de usuários. Nesse contexto, a análise das lacunas existentes nas políticas públicas e na infraestrutura urbana se torna essencial para garantir que todos os cidadãos possam usufruir de um ambiente urbano inclusivo e seguro (Tavares e Montenegro, 2018).

A acessibilidade é um dos pilares fundamentais para a construção de sociedades inclusivas, onde todos têm o direito de participar plenamente da vida urbana. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência de 2015 (Lei nº 13.146/2015) estabelece diretrizes essenciais para garantir a acessibilidade em edificações, espaços urbanos e serviços, reforçando a responsabilidade do poder público em criar ambientes que atendam às necessidades de todos. Essa legislação é um marco importante na promoção da igualdade de oportunidades e na eliminação de barreiras que dificultam a participação plena das pessoas com deficiência. Além disso, a NBR 9050 (2020) orienta sobre as condições mínimas que devem ser observadas na construção e adaptação de

espaços, assegurando que calçadas, transportes e outros elementos da infraestrutura urbana sejam acessíveis. No entanto, a implementação dessas diretrizes muitas vezes enfrenta desafios relacionados à fiscalização e à conscientização, resultando em soluções pontuais e inconsistentes.

A análise da acessibilidade urbana é fundamental para compreender os desafios enfrentados por pessoas com deficiência e mobilidade reduzida nas cidades brasileiras. Silva e Oliveira (2021) e Costa e Pereira (2022) evidenciam que, apesar das legislações existentes, a implementação dessas diretrizes ainda é deficiente, resultando em espaços públicos que não consideram as necessidades específicas de todos os cidadãos. Essa realidade não apenas limita o deslocamento, mas também prejudica a participação social e a inclusão, reforçando a urgência de um planejamento urbano que priorize a acessibilidade e a equidade.

A importância das calçadas urbanas, conforme discutido por Martins e Santos (2023), é um exemplo claro das consequências da falta de atenção à infraestrutura inclusiva. As calçadas são essenciais para a mobilidade, e sua degradação compromete não apenas a segurança, mas também a liberdade de locomoção de diversos grupos, incluindo crianças e idosos. A análise

crítica dessas condições revela que a negligência em relação a esses espaços contribui para a exclusão social, destacando a necessidade de intervenções que garantam a acessibilidade e a segurança de todos os cidadãos.

Além disso, a pesquisa de Araújo, Lima e Leão (2022), Fernandes e Souza (2023) e Bisinoto, Andrade e Wiesinieski (2023) reforça a ideia de que a criação de ambientes urbanos acessíveis é vital para a qualidade de vida. A requalificação da infraestrutura, a implementação de áreas verdes e a consideração das necessidades específicas de diferentes grupos etários e sociais são aspectos que devem ser priorizados. A falta de espaços adequados para a interação e o lazer impacta diretamente na saúde mental e no bem-estar da comunidade, evidenciando que a acessibilidade não é apenas uma questão de mobilidade, mas um elemento central para a construção de cidades mais justas e inclusivas.

Esses estudos convergem para a necessidade de diretrizes projetuais que promovam a inclusão e a acessibilidade, mas também revelam lacunas que merecem atenção. A falta de dados quantitativos, a ausência de planos de manutenção para áreas verdes e a necessidade de incluir diferentes perspectivas na análise das diretrizes são aspectos que podem enriquecer futuras pesquisas. A construção de cidades verdadeiramente inclusivas requer um esforço conjunto para superar esses desafios e garantir que todos os cidadãos tenham acesso a um ambiente urbano seguro e acolhedor.

Diante desse cenário, este artigo adota como referencial metodológico a revisão bibliométrica de literatura, conforme proposto por Galvão e Pereira (2014). Esse método permite identificar, selecionar, avaliar e sintetizar informações relevantes sobre o tema da acessibilidade urbana. O objetivo principal é responder à seguinte pergunta problema: Quais são as diretrizes projetuais estabelecidas para promover a acessibilidade urbana, e como elas são aplicadas a diferentes grupos de usuários com necessidades específicas? Ao abordar essa questão, busca-se contribuir para o desenvolvimento de soluções que tornem as cidades mais inclusivas e acessíveis para todos.

2. Materiais e Métodos

Adota-se como referencial metodológico, a revisão bibliométrica de literatura, que consiste em um método para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar informações importantes que estão disponíveis acerca de um determinado tema, permitindo realizar uma investigação focada em um tópico definido (Galvão e Pereira, 2014). Pretende-se, com isso, responder a seguinte pergunta problema: Quais são as diretrizes projetuais estabelecidas para promover a acessibilidade urbana, e como elas são aplicadas a diferentes grupos de usuários com necessidades específicas?

As buscas foram feitas com janela temporal de dez anos na plataforma Google Acadêmico. Os descritores foram definidos para direcionarem aos temas de acessibilidade, calçadas e diretrizes urbanas. Utilizou “e” como critério booleano, na relação de todos os descritores. Assim, foram direcionados para artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, além de proporcionar acesso aos Repositórios das Universidades e as Bibliotecas Digitais da Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade de São Paulo (USP), ao Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (EUROLECS), a Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade (PIXO), entre outras bases de dados e publicações.

Após as buscas nas plataformas, na etapa de pré-avaliação, foram selecionados apenas artigos científicos revisados por pares e publicados em revistas científicas. Posteriormente, procedeu-se à leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves a fim de verificar a potencialidade das publicações para a finalidade do estudo. As publicações pré-selecionadas foram classificadas como alta, média ou baixa, em três dimensões: qualidade da execução, adequação à questão da revisão e adequação ao foco da revisão, seguindo os princípios de Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2014) (Tabela 01).

O critério para classificação de uma publicação como alta nos termos do presente estudo

considerou a aplicação de diretrizes projetuais estabelecidas para promover a acessibilidade urbana, tendo como foco as calçadas. Este procedimento permitiu a análise pós-avaliação,

que envolve a consolidação baseada em uma média das dimensões anteriores, selecionando-se as publicações que obtiveram classificação alta nas três dimensões.

Tabela 1 – Critérios de Pós-avaliação

Avaliação do objeto selecionado quanto à			
Qualidade da execução	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão	Critério de ponderação da qualidade
Alta	Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Média	Média
Alta	Média	Média	Média
Média	Média	Média	Média
Alta	Alta	Baixa	Baixa
Alta	Média	Baixa	Baixa
Média	Média	Baixa	Baixa
Média	Baixa	Baixa	Baixa
Baixa	Baixa	Baixa	Baixa

Fonte: adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2014).

3. Resultados e Discussões

As buscas resultaram em 78 documentos, sendo 29 de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), 14 Dissertações de Mestrados, 4 Teses de Doutorado e 13 artigos científicos, os outros 18 documentos são capítulos de livros, manuais e relatórios de iniciação científica.

Na etapa de pré-avaliação considerou-se somente os artigos científicos publicados em revistas científicas, excluindo um com duplicidade (Tabela 02).

A partir da pré-seleção dos artigos, considerando os critérios de seleção, definiram cinco artigos como de alta adequação ao foco da revisão. Assim, foram identificadas as localizações geográficas com a finalidade de reconhecer a distribuição espacial dos estudos sobre o tema, identificando os principais objetivos de cada estudo.

Araújo, Lima e Leão (2022) avaliaram a mobilidade urbana e propuseram diretrizes para melhorar

a qualidade do ambiente urbano, focando nas percepções da população sobre os espaços públicos de circulação em Belém, Pará. Fernandes e Souza (2023), analisaram as fragilidades de acessibilidade para crianças e propôs diretrizes para melhorar a caminhabilidade infantil na cidade, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023), analisaram as dimensões da sustentabilidade urbana com o intuito de contribuir para a revisão do plano diretor da cidade de Alto Paraíso de Goiás. Lima (2020) analisou os aspectos qualitativos do desenho urbano que influenciam a mobilidade do pedestre nas vias com corredores de ônibus, visando melhorar a experiência e segurança dos usuários no ambiente urbano em São Paulo. Lima; Aguiar e Maria (2021) investigaram como o espaço urbano é vivenciado por mulheres, identificando questões de vulnerabilidade, insegurança e barreiras às mobilidades que afetam sua experiência no ambiente urbano em Teodoro Sampaio, São Paulo.

Tabela 2 – Publicações pré-selecionadas e critérios de pós-avaliação da qualidade

#	Autores	Qualidade da execução	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão	Pós-avaliação
1	Araújo; Lima e Leão (2022)	Alta	Alta	Alta	Alta
2	Lima (2020)	Alta	Alta	Alta	Alta
3	Leite e Espindula (2020)	Média	Baixa	Baixa	Baixa
4	Fernandes e Souza (2023)	Alta	Alta	Alta	Alta
5	Heichard (2023)	Alta	Média	Baixa	Baixa
6	Lima; Aguiar e Maria (2021)	Alta	Alta	Alta	Alta
7	Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023)	Alta	Alta	Alta	Alta
8	Leichter et al. (2021)	Alta	Média	Baixa	Baixa
9	Marchioro e Petry (2022)	Média	Média	Média	Média
10	Detoni e Rocha (2022)	Média	Baixa	Baixa	Baixa
11	Lima et al. (2019)	Média	Baixa	Baixa	Baixa
12	Fernandes e Masiero (2020)	Alta	Média	Baixa	Baixa

Fonte: elaborada pelo autor (2024).

3.1 Diretrizes Projetuais para a Acessibilidade Urbana

A discussão sobre as diretrizes projetuais para promover a acessibilidade urbana, conforme abordado nos artigos de Araújo; Lima e Leão (2022), Fernandes e Souza (2023), Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023), Lima (2020) e Lima; Aguiar e Maria (2021), revela uma preocupação crescente com a inclusão de diferentes grupos de usuários nas cidades. Esses estudos destacam a importância de criar ambientes urbanos que atendam às necessidades específicas de todos os cidadãos, incluindo crianças, idosos e pessoas com deficiência.

Araújo; Lima e Leão (2022) enfatizam a necessidade de requalificação da infraestrutura urbana, focando na criação de calçadas adequadas, sinalização clara e espaços públicos seguros. A pesquisa identificou que muitos moradores enfrentam

barreiras significativas na mobilidade, o que limita seu acesso a serviços essenciais e compromete sua qualidade de vida. As propostas sugeridas visam transformar o espaço urbano em um ambiente mais acessível, promovendo a mobilidade ativa e a interação social. Fernandes e Souza (2023) complementam essa discussão ao abordar a importância das áreas verdes urbanas e seu papel na qualidade de vida. As diretrizes apresentadas no estudo incluem a criação de parques e praças que sejam acessíveis a todos, especialmente para famílias e crianças. Os autores argumentam que a integração da natureza no ambiente urbano não apenas embeleza a cidade, mas também oferece espaços seguros para recreação e socialização, fundamentais para o desenvolvimento infantil e o bem-estar geral da população.

Por sua vez, Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023) focam na caminhabilidade infantil, propondo diretrizes que priorizam a segurança e a acessibilidade das crianças nas ruas. O estudo revela que muitos espaços urbanos não são adequados para o deslocamento infantil, o que limita a liberdade das crianças e sua capacidade de explorar o ambiente. As diretrizes sugeridas incluem a melhoria das calçadas, a criação de áreas de lazer seguras e a implementação de políticas que considerem as necessidades específicas das crianças, promovendo um ambiente urbano mais inclusivo.

Lima (2020) destaca a importância do desenho urbano na mobilidade dos pedestres, especificamente em áreas com corredores de ônibus em São Paulo. As diretrizes propostas incluem a melhoria das calçadas, maior visibilidade, e uma melhor iluminação pública. Essas medidas são aplicadas principalmente a pedestres, incluindo idosos, pessoas com deficiência, e usuários de transporte público, com o objetivo de tornar o ambiente urbano mais inclusivo e seguro. A pesquisa sugere que, ao melhorar esses aspectos, é possível aumentar a acessibilidade e a segurança, promovendo uma mobilidade urbana mais eficiente para todos os usuários.

Lima, Aguiar e Maria (2021) trazem uma perspectiva de gênero ao urbanismo, analisando como as mulheres experienciam o espaço urbano em Teodoro Sampaio, SP. A pesquisa enfatiza a criação de ambientes seguros e acessíveis, com diretrizes voltadas para a melhoria da iluminação, maior visibilidade, e a inclusão de espaços públicos que considerem as necessidades específicas das mulheres. Essas diretrizes são aplicadas para promover um ambiente urbano mais seguro para as mulheres, mas também podem beneficiar outros grupos vulneráveis, mostrando a importância de um planejamento urbano inclusivo que considere as particularidades de diferentes grupos.

A análise das diretrizes projetuais para a promoção da acessibilidade urbana, conforme discutido nos estudos de Araújo; Lima e Leão (2022), Fernandes e Souza (2023), Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023), Lima (2020) e Lima; Aguiar e Maria (2021), evidencia a crescente conscientização sobre a necessidade de um planejamento urbano inclusivo. Esses estudos sublinham a importância de adaptar os ambientes urbanos para atender às necessidades de diversos grupos, incluindo crianças, idosos e pessoas com deficiência, garantindo que todos possam usufruir plenamente dos espaços públicos. A integração de melhorias na infraestrutura, áreas verdes e mobilidade sustentável é crucial para criar cidades mais acessíveis e seguras. A implementação dessas diretrizes não só promove a igualdade de acesso e a qualidade de vida, mas também reforça o compromisso com um desenvolvimento urbano que valoriza a diversidade e a inclusão. A abordagem holística e adaptada a diferentes contextos e grupos é essencial para a construção de ambientes urbanos verdadeiramente inclusivos e sustentáveis. A Tabela 3 resume as diretrizes utilizadas e do público-alvo.

A análise crítica dos estudos sobre acessibilidade urbana revela um panorama complexo e interconectado, destacando a importância de abordar as barreiras existentes na mobilidade e a necessidade de diretrizes inclusivas. Araújo, Lima e Leão (2022) enfatizam que a infraestrutura inadequada, como calçadas e sinalização, compromete a qualidade de vida dos moradores, limitando seu acesso a serviços essenciais. Essa constatação evidencia a urgência de um planejamento urbano que considere as especificidades de cada comunidade. No entanto, a ausência de dados quantitativos enfraquece as conclusões, sugerindo que futuras pesquisas devem incorporar métricas que permitam uma análise mais precisa das condições de mobilidade.

Tabela 3 – Resumo das diretrizes utilizadas e do público-alvo

Autores	Diretrizes Utilizadas	Público-Alvo	Principais Resultados
Araújo; Lima e Leão (2022)	Requalificação da infraestrutura urbana, calçadas adequadas e sinalização clara	Moradores em geral	Identificação de barreiras significativas na mobilidade urbana, comprometendo a qualidade de vida.
Fernandes e Souza (2023)	Criação de áreas verdes acessíveis e integração da natureza no espaço urbano	Famílias e Crianças	Demonstração da importância das áreas verdes para a qualidade de vida e interação social
Bisinoto; Andrade e Wiesinieski (2023)	Melhoria das calçadas, criação de áreas de lazer seguras e políticas para crianças	Famílias e Crianças	Muitos espaços urbanos não são adequados para o deslocamento infantil, limitando sua liberdade.
Lima (2020)	Ampliação de calçadas, melhoria na iluminação pública e implementação de sinalização mais clara e visível	Pedestres, incluindo pessoas com mobilidade reduzida e idosos	Melhorias nas calçadas e iluminação aumentam a segurança e acessibilidade dos pedestres, reduzindo riscos de acidentes
Lima; Aguiar e Maria (2021)	Melhoria na iluminação pública, criação de áreas de visibilidade, instalação de câmeras de segurança e desenho de rotas mais seguras para mulheres	Mulheres	Identificou que as mulheres enfrentam barreiras significativas relacionadas à insegurança no uso dos espaços urbanos, e as diretrizes propostas visam mitigar esses problemas

Fonte: elaborada pelo autor (2024).

Fernandes e Souza (2023) abordam a relevância das áreas verdes urbanas para a promoção da saúde mental e interação social, propondo diretrizes que visam criar espaços acessíveis para famílias e crianças. Contudo, a falta de um plano de manutenção contínua para esses espaços representa uma lacuna significativa. Sem estratégias claras para garantir que as áreas verdes permaneçam seguras e bem cuidadas, os benefícios potenciais podem ser rapidamente comprometidos, resultando em áreas subutilizadas ou até perigosas.

Bisinoto, Andrade e Wiesinieski (2023) trazem à tona a questão da mobilidade infantil, revelando que muitos ambientes urbanos não são adequados para o deslocamento de crianças. As diretrizes propostas para melhorar a segurança e acessibilidade são essenciais, mas a falta de inclusão da perspectiva de pais e educadores limita a profundidade da análise. Compreender as experiências e preocupações desses grupos pode fornecer subsídios que enriqueceriam as diretrizes e garantiriam que as soluções propostas realmente atendam às necessidades das crianças.

Além disso, Lima (2020) foca na melhoria do design das calçadas e na segurança através da iluminação e visibilidade em corredores de ônibus em São Paulo. Os resultados demonstram que essas melhorias podem aumentar a segurança e a acessibilidade para pedestres, especialmente para aqueles com mobilidade reduzida. No entanto, uma análise mais detalhada das variações no impacto dessas diretrizes em diferentes horários do dia e em condições climáticas variadas poderia enriquecer ainda mais a pesquisa, revelando a necessidade de considerar a temporalidade e a variabilidade climática na eficácia das intervenções urbanas.

Lima, Aguiar e Maria (2021) também se concentram na experiência das mulheres no bairro Jardim Esplanada, destacando que a falta de iluminação adequada e áreas isoladas contribuem para a insegurança. As diretrizes propostas, como melhorias na iluminação pública e criação de áreas de maior visibilidade, são pertinentes, mas uma análise mais ampla que considere fatores socioeconômicos e culturais poderia oferecer uma compreensão mais profunda das barreiras enfrentadas pelas mulheres.

Por fim, os estudos analisados oferecem diretrizes importantes para a promoção da acessibilidade urbana, mas também evidenciam lacunas que, se abordadas, poderiam fortalecer a eficácia dessas propostas. A integração de dados quantitativos, a definição de planos de manutenção para áreas verdes e a inclusão de diferentes perspectivas são aspectos cruciais que devem ser considerados em pesquisas futuras. Somente assim será possível construir cidades verdadeiramente inclusivas e acessíveis, que atendam às necessidades de todos os seus habitantes.

4. Conclusão

A análise das diretrizes projetuais para a promoção da acessibilidade urbana revela avanços importantes, mas também destaca áreas que necessitam de atenção contínua e aprofundada. A infraestrutura urbana, incluindo calçadas, sinalização e áreas verdes, desempenha um papel crucial na garantia de um ambiente acessível para todos os cidadãos. No entanto, a implementação eficaz dessas diretrizes ainda enfrenta desafios significativos.

A necessidade de uma infraestrutura urbana adequada, que englobe calçadas com dimensões e características apropriadas e sinalização clara e visível, é uma constante evidenciada pelos estudos revisados. Embora as diretrizes atuais abordem essas questões, a prática muitas vezes mostra deficiências na execução e na manutenção, comprometendo a acessibilidade.

Além disso, as áreas verdes urbanas, que são essenciais para a saúde e o bem-estar, requerem não apenas uma adequada criação, mas também uma manutenção contínua e um planejamento que considere sua acessibilidade a todos os grupos etários e sociais. A ausência de planos de manutenção pode resultar em áreas subutilizadas ou potencialmente perigosas, o que compromete os benefícios esperados.

Outra questão relevante é a adaptação das diretrizes às necessidades específicas de diferentes grupos de usuários, como crianças, idosos e pessoas com deficiência. A consideração das

perspectivas e experiências desses grupos na formulação e implementação das políticas urbanas é essencial para assegurar que as intervenções sejam realmente inclusivas e eficazes.

Portanto, para avançar na criação de ambientes urbanos acessíveis e inclusivos, é imperativo adotar uma abordagem integrada que considere a diversidade de necessidades e contextos. Isso inclui a integração de dados quantitativos para uma análise mais precisa, a implementação de planos de manutenção eficazes e a inclusão de feedback de diversos grupos de usuários. Somente através de um planejamento rigoroso e da aplicação consistente de diretrizes adaptadas será possível alcançar cidades que promovam a equidade, a participação plena e o bem-estar de todos os cidadãos.

5. Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2020) NBR 9050: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro: ABNT.

Bisinoto, M. L. C; Andrade, L. M. S; Wiesinieski, L. C. B. S. (2023) Análise das dimensões da sustentabilidade urbana no município de Alto Paraíso-GO: uma contribuição para a revisão do plano diretor. ICTS-UNB. Alto Paraíso-GO. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/47591>

De Araújo, K. F; Lima, A. P. C; Leão, M. B. M. S. (2022) Propostas à Mobilidade Urbana: Percepção sobre os espaços livres públicos de circulação do Conjunto Jardim Maguari, em Belém, Pará. PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade, v. 6, n. 23, p. 254-273. Belém, PA. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/4011>. DOI: 10.15210/pixo.v6i23.4011

Detoni, L. P; Rocha, E. (2022) Cartografia do desejo nas cidades pequenas. PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade, v. 6, n. 21, p. 188-205. Região Sul do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/4011>

edu.br/index.php/pixo/article/view/2969. DOI: 10.15210/PIXO.V6I21.22924

Fernandes, L. R.; De Souza, R. B. R. (2023) Caminhos Infantis: Diretrizes para o desenvolvimento da caminhabilidade infantil. *ÁTRIO*, v. 5, n. 2. Juiz de Fora, MG. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ATR/article/view/3608>

Fernandes, M. E; Masiero, É. (2020) Relação entre conforto térmico urbano e zonas climáticas locais. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 12, p. e20190247. São Carlos-SP. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/3gvsB6hqxV83wm8FpHy5fw/?lang=pt&format=html>

Heichard, Y. O. G. B. (2023) Conforto ambiental em campus universitário: Uma revisão sistemática de literatura nacional. In: Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/3552>

Leichter, M. et al. (2021) Uma linguagem de padrões para mobilidade urbana: Estudo de caso no município de Feliz, RS. In: Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, p. 1086-1099. Feliz, RS. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2680>

Leite, A. C. G; Espindula, L. (2020) A correlação de políticas públicas urbanas com o patrimônio histórico e natural: O caso de Manhumirim/MG. *Pensar Acadêmico*, v. 18, n. 3, p. 666-697. Manhumirim/MG. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/1649>. DOI: 10.21576/pa.2020v18i3.1649

Lima, G. V. B. A. et al. (2019) Análise quali-quantitativa da sustentabilidade de Castanhal (PA) de acordo com seu plano diretor participativo (2007-2016). *Revista Geonorte*, v. 10, n. 36, p. 52-76. Castanhal, PA. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5336>. DOI: 10.21170/

geonorte.2019.V.10.N.36.A52.76

Lima, S. B. E; Aguiar, V. M; MARIA, Y. R. (2021) Urbanismo sob a ótica de gênero: O espaço urbano (não) vivenciado pela mulher no Jardim Esplanada em Teodoro Sampaio – SP. *Colloquium Socialis*, p. 85-104. São Paulo, SP. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/cs/article/view/4212>

Lima, V. L. (2020) Aspectos qualitativos do desenho urbano na mobilidade do pedestre: as vias com corredores de ônibus em São Paulo. In: XII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020. Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa. São Paulo, SP. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/336481>. DOI: 10.5821/siiu.9860

Marchioro, M.; Petry, C. (2022) Possibilidade de natureza no meio urbano através do paisagismo: áreas verdes em cidade de pequeno porte - Nova Araçá, Rio Grande do Sul. *Conjecturas*, v. 22, n. 8, p. 88-116. Nova Araçá, Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1146>. DOI: 10.53660/CONJ-1146-S18

Oliveira, L. F. (2020) Participação Popular no Planejamento Urbano: Um Caminho para a Inclusão, *Cadernos de Planejamento Urbano*, 15(1), 23-37.

Organização Mundial da Saúde. (2011) *World Report on Disability*. Geneva: World Health Organization. Disponível em: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf

Silva, J. A. e Almeida, R. M. (2019) Acessibilidade nas Calçadas: Desafios e Oportunidades, *Revista Brasileira de Urbanismo*, 11(2), 45-58.

Tavares, L. F. e Montenegro, E. M. (2018) Acessibilidade e Mobilidade Urbana: Desafios e Propostas para Cidades Inclusivas, *Revista Brasileira de Política Pública*, 8(1), 45-62.

UMA INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CIDADES INTELIGENTES: EXPLORANDO A DIVERSIDADE POLISSÊMICA

An Introduction to the Concept of Smart Cities: Exploring Polysemic Diversity

Una Introducción al Concepto de Ciudades Inteligentes: Explorando la Diversidad Polisémica

LUCATELLI, L. G.¹; CARVALHO, G. G.²;
FERREIRA, M. A.³; JESUS, S. C.⁴

Resumo

O conceito de cidades inteligentes tem se transformado ao longo do tempo, adaptando-se às necessidades de diversos atores e processos. Essa flexibilidade, embora enriquecedora, resulta em ambiguidades que dificultam a consolidação de uma base epistemológica sólida, além de favorecer a criação de políticas genéricas e descontextualizadas. O presente estudo, com base em uma revisão bibliográfica, investiga como diferentes agentes definem e estruturam o conceito de cidades inteligentes. Empresas de tecnologia e inovação tendem a associar o termo à implementação de soluções tecnológicas no ambiente urbano, enfatizando a automação e a eficiência. Por outro lado, autores e gestores com uma abordagem mais humanista defendem que essas tecnologias devem ser incorporadas dentro de estratégias amplas, com foco na melhoria da qualidade de vida urbana, inclusão social e sustentabilidade. A diversidade de interpretações gerada por esses diferentes pontos de vista resulta em classificações distorcidas e na simplificação das múltiplas dimensões que caracterizam as cidades inteligentes. Como consequência, muitos estudos e políticas focam apenas em indicadores específicos, negligenciando aspectos fundamentais como a governança participativa, o bem-estar social e a sustentabilidade ambiental. O artigo busca, assim, contribuir para uma compreensão mais integrada e crítica do conceito de cidade inteligente.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Tecnologia e inovação; Governança.

¹ LUCATELLI, L. G. - Luis Gustavo Lucatelli. Mestrando em Engenharia Urbana na Universidade Federal de São Carlos (PPGEU-UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4827-3097>, luislucatelli@estudante.ufscar.br

² CARVALHO, G. G. - Gabriel Gomes de Carvalho. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos (PPGCAm-UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3519-0399>, ggarvalho@estudante.ufscar.br

³ FERREIRA, M. M. - Márcio Antonio Ferreira. Biólogo, com Especialização na área de Gestão Ambiental e Mestrado em Educação, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2286-0813>, ferreira.marcioantonio@gmail.com

⁴ JESUS, S. C. - Silvia Cristina de Jesus. Professora Substituta do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0320-0000>, silvia.jesus@ufscar.br

COMO CITAR:

Lucatelli, L. G.; Carvalho, G. G.; Ferreira, M. M.; Jesus, S. C.. UMA INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CIDADES INTELIGENTES: EXPLORANDO A DIVERSIDADE POLISSÊMICA Engenharia Urbana Em Debate, 5(2). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v5i2.144>

Data da Submissão:
25 de novembro de 2024
Data da Aprovação:
16 de dezembro de 2024
Data da Publicação:
19 de dezembro de 2024



Abstract

The concept of smart cities has evolved over time, adapting to the needs of various actors and processes. This flexibility, while enriching, leads to ambiguities that hinder the consolidation of a solid epistemological foundation and promote the creation of generic, out-of-context policies. This study, based on a bibliographic review, examines how different agents define and structure the concept of smart cities. Technology and innovation companies tend to associate the term with the implementation of technological solutions in urban environments, emphasizing automation and efficiency. On the other hand, authors and managers with a more humanistic approach argue that these technologies should be integrated within broader strategies focused on improving urban quality of life, social inclusion, and sustainability. The diversity of interpretations generated by these different viewpoints results in distorted classifications and the simplification of the multiple dimensions that characterize smart cities. As a result, many studies and policies focus only on specific indicators, neglecting fundamental aspects such as participatory governance, social well-being, and environmental sustainability. Thus, the article aims to contribute to a more integrated and critical understanding of the smart city concept.

Keywords: Sustainability; Technology and Innovation; Governance.

Resumen

El concepto de ciudades inteligentes ha evolucionado a lo largo del tiempo, adaptándose a las necesidades de diversos actores y procesos. Esta flexibilidad, aunque enriquecedora, genera ambigüedades que dificultan la consolidación de una base epistemológica sólida y favorecen la creación de políticas genéricas y descontextualizadas. Este estudio, basado en una revisión bibliográfica, examina cómo diferentes agentes definen y estructuran el concepto de ciudades inteligentes. Las empresas de tecnología e innovación tienden a asociar el término con la implementación de soluciones tecnológicas en los entornos urbanos, enfatizando la automatización y la eficiencia. Por otro lado, autores y gestores con un enfoque más humanista defienden que estas tecnologías deben integrarse dentro de estrategias más amplias, enfocadas en mejorar la calidad de vida urbana, la inclusión social y la sostenibilidad. La diversidad de interpretaciones generadas por estos diferentes puntos de vista da lugar a clasificaciones distorsionadas y a la simplificación de las múltiples dimensiones que caracterizan a las ciudades inteligentes. Como resultado, muchos estudios y políticas se centran solo en indicadores específicos, descuidando aspectos fundamentales como la gobernanza participativa, el bienestar social y la sostenibilidad ambiental. Así, el artículo busca contribuir a una comprensión más integrada y crítica del concepto de ciudad inteligente.

Palabras-clave: Sostenibilidad; Tecnología e Innovación; Gobernanza.

1. Introdução

O conceito de "cidades inteligentes" tem sido amplamente discutido em diversas áreas do conhecimento, como ciência da computação, engenharia, ciências sociais e ambientais, refletindo a crescente relevância desse conceito em um contexto interdisciplinar e sua aplicação em múltiplos setores urbanos. Entretanto, a popularização do termo tem gerado ambigüedades em sua interpretação, resultando em uma polissemia conceitual que dificulta a construção de uma base epistemológica robusta, além de comprometer a formulação e implementação de políticas urbanas eficazes. A falta de consenso sobre o que constitui uma cidade inteligente, aliada às distintas perspectivas adotadas por diferentes áreas do saber, tem levado a uma aplicação dispersa e, muitas vezes, imprecisa do conceito (Albino *et al.*, 2015).

A origem do termo "cidade inteligente" remonta ao final da década de 1990, dentro de um movimento que buscava novas abordagens para

o planejamento urbano, especialmente diante dos desafios impostos pelo aumento populacional, pela urbanização acelerada e pelas mudanças climáticas. Nesse contexto, grandes corporações tecnológicas, como IBM e Siemens, começaram a utilizar o termo para descrever a aplicação de sistemas de informação no gerenciamento e integração de infraestruturas e serviços urbanos (Fuchs *et al.*, 2022). Inicialmente, o conceito estava fortemente associado ao uso de tecnologias avançadas, como sensores, redes inteligentes e plataformas digitais, com a finalidade de tornar os espaços urbanos mais eficientes e funcionalmente interconectados.

Com o passar dos anos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) foram progressivamente promovidas como ferramentas imprescindíveis para a competitividade entre cidades, dando origem a rankings urbanos baseados na quantidade de tecnologias implementadas. No entanto, essas métricas

frequentemente negligenciam aspectos essenciais, como a análise do impacto real dessas tecnologias na qualidade de vida da população. A ênfase excessiva na infraestrutura tecnológica pode distorcer a percepção pública e acadêmica das cidades inteligentes, ao focar em indicadores quantitativos sem considerar as dimensões sociais, culturais e ambientais que também são determinantes para o bem-estar urbano.

Contrariamente a essa perspectiva predominantemente tecnológica, estudiosos como Caragliu *et al.* (2011) defendem que uma cidade pode ser considerada verdadeiramente inteligente apenas quando os investimentos em tecnologia são acompanhados de avanços no capital humano e social, além de melhorias em áreas cruciais, como transporte, comunicação e governança participativa. Nessa linha, as cidades inteligentes devem ser entendidas como um modelo urbano integrado, que promova o crescimento econômico sustentável e, ao mesmo tempo, melhore a qualidade de vida de seus habitantes, priorizando as necessidades humanas sobre a simples implementação de tecnologias. Para esses pesquisadores, a convergência entre inovação tecnológica e políticas sociais é o que caracteriza, de fato, uma cidade inteligente.

De forma similar, Chourabi *et al.* (2012) reforçam que o conceito de cidades inteligentes deve ser interpretado como uma estratégia para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Questões como o adensamento populacional, a gentrificação e a vulnerabilidade social exigem soluções integradas, que unam tecnologia, planejamento urbano e participação cidadã. Nesse sentido, as cidades inteligentes são vistas como plataformas capazes de combater desigualdades e promover o desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo em que respondem de maneira eficaz às especificidades de cada contexto local.

Uma abordagem adicional para o conceito de cidades inteligentes é oferecida por Vasconcelos (2022), que analisa a norma ISO 37.122, publicada em 2019, como um referencial para sua construção. Essa norma identifica 80 indicadores distribuídos em 18 eixos temáticos,

como governança, telecomunicações, transporte, meio ambiente e mudanças climáticas, oferecendo uma estrutura abrangente para avaliar e planejar o desenvolvimento de cidades inteligentes. Dentre os eixos destacados, merecem especial atenção a governança, que enfatiza a transparência e a participação democrática, e o meio ambiente, que aborda a preservação ecológica e o combate à poluição, questões essenciais para a construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

No contexto brasileiro, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) proporciona diretrizes fundamentais para a compreensão das dinâmicas urbanas e o planejamento sustentável. Embora não mencione explicitamente o termo "cidades inteligentes", a legislação estabelece princípios que são essenciais para sua concepção, como a promoção de justiça social, o direito à cidade e a gestão democrática dos espaços urbanos. Estes princípios se alinham com os objetivos das cidades inteligentes, ao assegurar que o uso do espaço urbano seja equilibrado, acessível e sustentável, promovendo o bem-estar coletivo e a inclusão social.

Iniciativas de apoio à implementação de cidades inteligentes também estão sendo desenvolvidas em esferas como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que elaborou uma cartilha orientadora para auxiliar municípios na construção de estratégias para alcançar o status de cidade inteligente. Entre as recomendações desse documento estão a definição clara de prioridades pela liderança municipal, a criação de marcos legais que superem obstáculos tributários e de zoneamento urbano, a integração de serviços por meio de plataformas horizontais e o uso de dados abertos como instrumento para garantir transparência. Além disso, a elaboração de planos de longo prazo que transcendam ciclos de gestão administrativa é vista como fundamental para garantir a continuidade e o sucesso de políticas urbanas voltadas para a inovação e sustentabilidade (Serenato, 2017).

Em uma perspectiva internacional, a União Europeia (2024) define as cidades inteligentes como aquelas em que redes e serviços tradicionais

são aprimorados por meio de soluções digitais. Essa definição abrange não apenas o uso de tecnologias avançadas, mas também enfatiza a importância de aspectos como governança responsiva, segurança pública e atenção às necessidades das populações envelhecidas, refletindo uma visão mais integrada e sustentável para o desenvolvimento urbano.

O avanço tecnológico desempenha um papel central no crescimento das cidades inteligentes, com inovações como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial (IA) possibilitando o monitoramento em tempo real de sistemas urbanos, como transporte, energia e saneamento, aumentando a eficiência e reduzindo custos operacionais. Soluções como redes inteligentes, edifícios automatizados e sistemas de transporte sustentável têm contribuído para a construção de cidades mais verdes e resilientes (Ilyas, 2024; Pandiyan *et al.*, 2023).

Contudo, a implementação dessas tecnologias também impõe desafios significativos, especialmente em relação à inclusão social e à redução das desigualdades urbanas. Giffinger *et al.* (2007) propõem uma abordagem multidimensional para o conceito de cidades inteligentes, que abarca seis dimensões principais: economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida. Cada uma dessas dimensões é associada a indicadores específicos, que permitem avaliar o desempenho das cidades em termos de inovação, sustentabilidade e bem-estar social.

A dimensão econômica de uma cidade inteligente está relacionada à competitividade econômica e à capacidade de adaptação às mudanças no mercado global. A dimensão "pessoas inteligentes" enfatiza a importância do capital social e humano, como educação, diversidade e engajamento cívico, enquanto a governança inteligente se refere à transparência e à participação ativa da população na gestão urbana. A mobilidade inteligente, por sua vez, foca no uso de tecnologias para melhorar a acessibilidade e a sustentabilidade das infraestruturas de transporte, enquanto o meio ambiente inteligente se concentra na proteção dos

ecossistemas e na gestão sustentável dos recursos naturais. Finalmente, a dimensão da qualidade de vida aborda fatores como segurança, habitação e lazer, que são essenciais para garantir o bem-estar das populações urbanas.

A diversidade de abordagens e interpretações do conceito de cidades inteligentes resulta em diferentes modos de governança e planejamento, tanto no setor público quanto no privado. Algumas iniciativas privilegiam a inovação tecnológica, enquanto outras destacam a importância da inclusão social e da sustentabilidade ambiental. Essa multiplicidade de perspectivas reflete a complexidade do conceito e sua relevância para o futuro das cidades.

Este artigo tem como objetivo explorar essas diferentes abordagens e perspectivas, buscando identificar convergências e divergências que possam contribuir para a construção de uma base epistemológica mais sólida. Além disso, pretende-se oferecer subsídios para o desenvolvimento de diretrizes e políticas públicas que promovam o uso equitativo e sustentável dos espaços urbanos, beneficiando as diferentes camadas da população e enfrentando os desafios contemporâneos do século XXI.

2. Materiais e Métodos

Para a construção desta revisão teórica sobre o tema "cidades inteligentes", foram realizadas duas buscas distintas na base de dados *Scopus* (Elsevier), com o objetivo de capturar uma gama ampla de definições e abordagens sobre o conceito. A primeira busca foi mais abrangente, utilizando os termos "smart" e "cities", com a intenção de explorar as diversas interpretações e perspectivas existentes sobre o conceito de cidades inteligentes de forma geral. A segunda busca, mais focada, aplicou um filtro adicional com os termos "smart", "cities" e "governance", visando aprofundar a análise nas discussões que envolvem a governança nas cidades inteligentes, um aspecto central para a compreensão de sua gestão e organização.

Além das buscas na *Scopus*, também foram realizadas consultas em bases de dados

governamentais e fontes de empresas pioneiras na implementação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no contexto urbano, com o intuito de enriquecer a análise e ampliar o entendimento sobre as diferentes facetas do conceito de cidades inteligentes.

Para a análise bibliométrica, foi utilizado o software VOSviewer, juntamente com os dados bibliográficos extraídos da plataforma Scopus. Devido às limitações do software, foram selecionados apenas artigos publicados nos anos de 2024 (totalizando 3.925 publicações), 2023 (7.966 publicações) e 2022 (7.549 publicações). Este recorte temporal possibilitou uma análise mais focada nas tendências mais recentes sobre o tema, permitindo identificar as principais discussões acadêmicas e científicas que emergiram nos últimos três anos, contribuindo assim para uma compreensão mais atualizada do campo de pesquisa.

3. Resultados e Discussões

3.1. Cidades Tecnológicas e o Brasil

Entre 2010 e 2022, o Brasil vivenciou um aumento populacional significativo, passando de 190 milhões para quase 204 milhões de habitantes, conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Esse crescimento de cerca de 14 milhões de pessoas representa um desafio considerável no que se refere à promoção de um desenvolvimento sustentável e à garantia de direitos fundamentais, como acesso a moradia de qualidade, segurança pública, educação, saúde e preservação ambiental. A responsabilidade de assegurar esses direitos não apenas para as gerações atuais, mas também para as futuras, torna-se um grande obstáculo a ser superado nas próximas décadas.

Nesse contexto, Weiss *et al.* (2017) enfatizam o papel crescente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que são amplamente utilizadas pelos gestores urbanos com o objetivo

de otimizar a administração das cidades, especialmente aquelas que enfrentam populações cada vez mais densas e demandas sociais em constante mudança. A dinâmica urbana exige uma gestão adaptativa, pois as condições e necessidades presentes podem não ser as mesmas no futuro, o que demanda uma constante atualização das estratégias e abordagens para lidar com os novos desafios.

Abreu *et al.* (2023) propõem um modelo para classificar e avaliar o nível de "inteligência" das cidades, por meio de indicadores específicos. Um exemplo dessa abordagem é a Norma ISO 37122/19¹, que oferece uma série de métricas para monitorar o progresso das cidades rumo à sua transformação em ambientes mais inteligentes, incorporando tecnologias de maneira estratégica e bem estruturada.

Nesse cenário, a melhoria da governança municipal é um elemento crucial para a eficácia da gestão pública. Avaliar, direcionar e monitorar as ações governamentais são passos fundamentais para os gestores municipais, conforme indicado pela Lei 10.257/2001 (Brasil, 2014). A integração eficiente e inteligente das tecnologias nas cidades não só contribui para uma administração mais ágil e eficaz, mas também fortalece a confiança da população nas instituições, um aspecto essencial para o sucesso das políticas públicas e para o fortalecimento da democracia local.

3.2. Cidades Humanas e o Brasil

De acordo com Aieta (2016), o conceito de "cidades inteligentes" implica uma nova dinâmica de interações entre os cidadãos, o ambiente urbano e a urbanização, promovendo uma perspectiva mais inclusiva no uso do espaço. A autora propõe o termo "cidades humanas" para descrever uma reorganização do espaço urbano que coloca o bem-estar individual e a qualidade das relações sociais como prioridades. Nesse modelo, o foco não está apenas na produção de bens e serviços, mas na criação de uma rede de vínculos sociais

¹ No Brasil, a ABNT publicou a NBR ISO 37122:2020, em 09/07/2020.

que favoreçam a convivência harmoniosa, tanto no contexto familiar quanto nas interações com amigos e a comunidade.

Rampazzo *et al.* (2019) complementam essa visão ao argumentar que as chamadas cidades tecnológicas, inicialmente concebidas sob uma abordagem "top-down", representam apenas a fase inicial do conceito de cidade inteligente. Eles afirmam que uma verdadeira cidade inteligente deve ser inclusiva e promover a integração dos cidadãos com a infraestrutura, os serviços e o ambiente ao seu redor, adotando uma abordagem "bottom-up". Para que essa integração seja eficaz, é fundamental o planejamento de projetos que incentivem o engajamento dos moradores, como as ciclovias. Essas infraestruturas não apenas melhoram a mobilidade urbana, mas também contribuem para a saúde e o lazer, fortalecendo o vínculo do cidadão com seu ambiente urbano.

Nesse contexto, a Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas (2016) ressalta que as cidades devem ser inclusivas, permitindo a participação ativa de seus habitantes tanto na esfera social quanto econômica. A inclusão é vista como essencial para a construção de um ambiente urbano mais equilibrado, justo e adaptado às necessidades de todos os cidadãos.

3.3. Cidades Inteligentes e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, têm uma estreita relação com o conceito de cidades inteligentes, que visa transformar os ambientes urbanos de maneira sustentável e inclusiva. No entanto, apesar do tempo transcorrido desde o lançamento dos ODS, ainda há uma lacuna considerável na literatura científica sobre a interação entre esses objetivos e suas metas específicas, assim como uma escassez de estudos empíricos que integrem as questões abordadas pelos ODS com as iniciativas de cidades inteligentes (Sharifi *et al.*, 2024).

O ODS 3, dedicado à promoção da saúde e bem-estar, pode ser diretamente impactado por

políticas urbanas que adotem tecnologias para monitoramento da qualidade do ar, sistemas de transporte mais eficientes e o acesso digital a serviços essenciais. Tais tecnologias não só melhoram a qualidade de vida dos cidadãos, mas também ajudam a reduzir a exposição a fatores ambientais prejudiciais à saúde. Por outro lado, os ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) estão intimamente ligados à implementação de inovações tecnológicas, como os Sistemas Ciberfísicos (CPS), a Internet das Coisas (IoT), Big Data e indústrias verdes, que integram os conceitos de "indústria 4.0" e "cidades inteligentes" (Sharifi *et al.*, 2024).

Apesar das diversas possibilidades de sinergias entre os ODS, muitas dessas conexões permanecem pouco exploradas. Nesse contexto, é crucial considerar os "trade-offs" envolvidos na implementação de soluções tecnológicas para garantir que as ações relacionadas aos ODS sejam planejadas de maneira a se complementar, evitando conflitos que possam prejudicar o alcance dos objetivos sustentáveis (Sharifi *et al.*, 2024).

3.4. Cidades Inteligentes e suas Redes

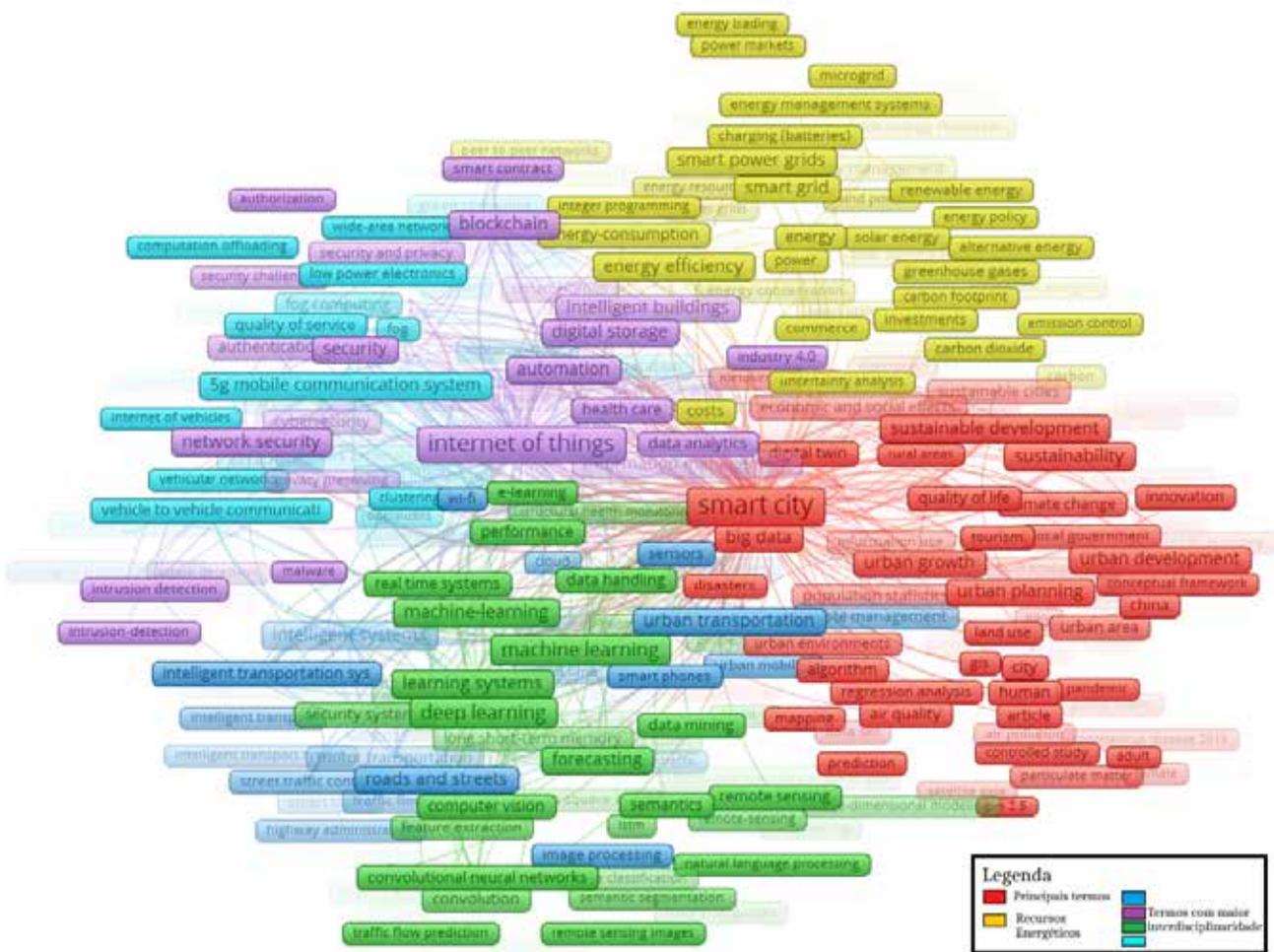
A partir da análise da rede de palavras-chave, foi possível identificar algumas inferências importantes, ilustradas na Figura 01. A primeira etapa para a compreensão dos resultados é entender a interpretação dos elementos gráficos apresentados. As linhas no grafo indicam que pelo menos uma publicação compartilha as mesmas palavras-chave, enquanto a distância entre as caixas reflete a relação de co-citação, isto é, a frequência com que as referências de determinado termo aparecem juntas em publicações. Além disso, o tamanho das caixas está diretamente relacionado à frequência de citação de cada palavra-chave nas publicações analisadas. Esse sistema de visualização facilita a compreensão das conexões e inter-relações entre os temas que compõem a literatura sobre cidades inteligentes.

A análise revela a formação de seis clusters principais, cada um com características distintas. O cluster vermelho destaca palavras-chave mais

frequentes nas publicações, como "smart city" (cidade inteligente), desenvolvimento sustentável, crescimento urbano, planejamento urbano e desastres. Esses termos refletem as questões predominantes e mais amplamente debatidas dentro do campo de estudo das cidades inteligentes, que englobam tanto os aspectos tecnológicos quanto os impactos sociais e ambientais. O cluster amarelo agrupa palavras relacionadas a recursos energéticos, com uma organização

bem definida, sugerindo que as discussões sobre o uso de energia e eficiência energética são um foco importante nas publicações analisadas. Em contraste, os clusters ciano, roxo, verde e azul, embora formados, apresentam menor clareza entre si, o que reflete a natureza interdisciplinar do campo, com contribuições de diferentes áreas do conhecimento que convergem para a construção do conceito de cidade inteligente.

Figura 1- Rede de palavras-chave e agrupamentos



Fonte: imagem produzida pelos autores no software VOSviewer (2024).

Esses resultados são ilustrados na Figura 1, que mostra a rede de palavras-chave e seus respectivos agrupamentos, com base na análise realizada com o *software* VOSviewer. Como pode ser visto, a distribuição dos termos é densa e conectada, o que evidencia a complexidade do tema e a amplitude de suas abordagens. A pesquisa demonstra que o conceito de "cidades inteligentes" é amplamente discutido em uma perspectiva global e interdisciplinar, envolvendo tópicos como novos paradigmas tecnológicos, inovação em sistemas urbanos, eficiência energética, algoritmos de processamento de dados, inteligência artificial e sistemas de monitoramento, entre outros.

A amplitude do conceito de cidades inteligentes é tanto uma vantagem quanto um desafio. Por um lado, sua abrangência permite incluir uma vasta gama de tópicos, incentivando a inovação e a integração de diferentes áreas do conhecimento, como engenharia, urbanismo, ciência da computação, meio ambiente e políticas públicas. Por outro lado, essa diversidade pode gerar múltiplas interpretações do conceito e suas aplicações, o que dificulta a criação de uma definição clara e consenso sobre o que realmente caracteriza uma cidade inteligente. Assim, a complexidade do conceito exige uma análise cuidadosa e uma discussão contínua para integrar as diversas perspectivas e abordar as questões emergentes.

No Brasil, o termo "cidades inteligentes" tem sido cada vez mais utilizado em documentos e iniciativas de diferentes esferas governamentais, acadêmicas e empresariais. A "Carta Brasileira para Cidades Inteligentes", publicada em 2021, é um exemplo disso, sendo um documento colaborativo do governo federal que reúne mais de 160 recomendações para transformar as cidades brasileiras dentro do contexto das cidades inteligentes. Essas recomendações envolvem a integração de tecnologias emergentes e a promoção de uma gestão urbana mais eficiente, sustentável e inclusiva. Além disso, o "Cartilha das Cidades", elaborada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em 2022, enfoca a utilização da Internet das

Coisas (IoT) com uma perspectiva voltada para a economia sustentável e orienta políticas públicas para a implementação de tecnologias digitais nas cidades.

A publicação do livro "Cidades Inteligentes Sustentáveis no Brasil" também contribui para o debate, abordando o papel do governo na construção de um país mais conectado e sustentável. O livro reúne documentos e publicações que alinham o cenário brasileiro ao contexto global das cidades inteligentes, reforçando a necessidade de ações coordenadas para promover a transformação digital no espaço urbano. No entanto, apesar dessas iniciativas, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à implementação de indicadores claros para medir o grau de "inteligência" das cidades e à superação das defasagens tecnológicas e de infraestrutura que limitam a eficácia das políticas públicas nesse campo.

Além disso, ao discutir o conceito de cidades inteligentes no contexto brasileiro e global, é fundamental direcionar os estudos para identificar quais cidades atendem a esses critérios e quais estratégias podem ser adotadas para implementá-los de maneira eficaz e sustentável. A análise das cidades que já estão avançando nesse sentido pode servir como modelo para outras localidades, além de fornecer insights valiosos sobre as melhores práticas e as lições aprendidas.

O futuro das cidades inteligentes está marcado por inovações que prometem melhorar ainda mais a resiliência urbana. A inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina desempenharão papéis centrais nesse processo, possibilitando previsões mais precisas e a gestão automatizada de serviços urbanos. Esses avanços permitirão otimizar a resposta das cidades a crises e emergências, além de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. A expansão das redes 5G é outro fator crucial, pois ela proporcionará conectividade mais rápida e confiável, permitindo a integração de um número crescente de dispositivos IoT e viabilizando novos aplicativos urbanos.

A participação cidadã também se apresenta como uma tendência crescente nas cidades inteligentes, com o uso de plataformas digitais para facilitar o engajamento da população na tomada de decisões e no planejamento urbano. Esse modelo de governança participativa fortalece a democracia local e contribui para a criação de políticas públicas mais eficazes, baseadas nas necessidades reais da população. Nesse contexto, as cidades inteligentes se tornam mais do que um centro de inovação tecnológica; elas passam a ser espaços que promovem uma maior interação entre tecnologia, governança e os cidadãos.

Por fim, a relação entre cidades inteligentes e resiliência urbana é crucial para a preparação, resposta e recuperação de adversidades, como as enchentes no Rio Grande do Sul (2024), os deslizamentos de terra no Litoral de São Paulo (2023) e os desastres de Brumadinho (2019) e Mariana (2015). A integração de tecnologias avançadas, como sensores IoT, e o uso de plataformas de dados para monitoramento ambiental têm sido fundamentais para melhorar a prevenção e a gestão de crises, aumentando a capacidade de resposta e a adaptação das cidades a eventos climáticos extremos. As infraestruturas resilientes, que incluem a modernização das redes de energia, água e comunicação, também são vitais para garantir a continuidade dos serviços essenciais e acelerar a recuperação pós-desastres.

4. Considerações Finais

Com o avanço das sociedades e o aumento do fluxo de informações, cresce a interação entre os desenvolvedores de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e aqueles que buscam integrá-las ao planejamento urbano. O conceito de "cidades inteligentes" está em constante formação e tende a evoluir com o tempo. Atualmente, diferentes abordagens sobre governança estão em discussão, algumas centradas em aspectos técnicos e outras nas dimensões sociotécnicas, que consideram a inclusão ou exclusão social nos espaços urbanos. Entre os principais temas abordados estão a segurança física e psicológica das pessoas, conectividade e acessibilidade,

transparência e proteção de dados sensíveis, além da eficiência no uso de recursos, especialmente energia. A classificação ou ranqueamento de cidades com base em indicadores apresenta desafios, sobretudo devido à complexidade de medir com precisão aspectos multifacetados do conceito de "cidade inteligente". Tais esforços, apesar de úteis, podem gerar resultados tendenciosos, já que o termo "cidade inteligente" abrange múltiplas interpretações. Embora essas classificações tenham seu valor, como argumentam Koca *et al.* (2021), "cidades inteligentes" não representam um padrão único, mas diferentes níveis de progresso rumo a esse ideal. Essa diversidade reforça a necessidade de entender o conceito de forma ampla, considerando as particularidades de cada contexto urbano. Adicionalmente, é possível estabelecer conexões entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o conceito de cidades inteligentes. Por exemplo, ações relacionadas à eficiência energética, inclusão digital e mobilidade sustentável convergem para atender tanto aos princípios das cidades inteligentes quanto aos ODS. No entanto, o campo permanece em transformação, com novas abordagens e tecnologias emergindo continuamente. Em suma, as cidades inteligentes refletem um esforço coletivo para combinar avanços tecnológicos com desenvolvimento sustentável, promovendo ambientes urbanos mais inclusivos, seguros e eficientes. Contudo, sua implementação exige um olhar atento às complexidades sociais e técnicas envolvidas, evitando soluções generalistas e buscando caminhos adaptados às realidades locais.

5. Referências Bibliográficas

ABDI, H.; SHAHBAZITABAR, M. Smart City: A review on concepts, definitions, standards, experiments, and challenges. *Journal of Energy Management and Technology*, v. 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22109/jemt.2020.206444.1205>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ABREU, J. P. M. de; MARCHIORI, F. F. Ferramentas de avaliação de desempenho de cidades inteligentes: uma análise da norma ISO 37122:2019. PARC

Pesquisa Em Arquitetura e Construção, v. 14, e023002, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8668171>. Acesso em: 19 nov. 2024.

AIETA, V. S. Cidade inteligentes e o pacto dos prefeitos: uma proposta de inclusão dos cidadãos rumo à ideia de "cidade humana". *Revista de Direito da Cidade*, v. 8, n. 4, p. 1622–1643, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rdc.2016.25427>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, v. 22, p. 3–21, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001: Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 11 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 17 jun. 2024.

_____. Carta brasileira para cidades inteligentes (CBCI). Brasília: Ministério das Cidades, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 3 set. 2024.

_____. Referencial básico de governança aplicável a órgãos e entidades da administração pública. 2. ed. Brasília: Tribunal de Contas da União, Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2014. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/FA/B6/EA/85/1CD4671023455957E18818A8/Referencial_basico_governanca_2_edicao.PDF. Acesso em: 31 jun. 2024.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>. Acesso em: 19 nov. 2024.

CHOURABI, H.; NAM, T.; WALKER, S.; et al. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In: 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, p. 2289–2297, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>. Acesso em: 19 nov. 2024.

FUCHS, P.; STEFENON, D. Construção de conhecimento: Cidades Inteligentes. *Metodologias e Aprendizado*, v. 5, p. 253–258, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v5i.3020>. Acesso em: 19 nov. 2024.

GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; et al. Smart cities, Ranking of European medium-sized cities. Vienna UT: Centro of Regional Science, 2004. Disponível em: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Acesso em: 4 set. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro, 2022.

ILYAS, M. Impact of Artificial Intelligence on Smart Cities. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, v. 22, n. 1, p. 18–39, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54808/JSCI.22.01.18>. Acesso em: 19 nov. 2024.

KOCA, G.; EGILMEZ, O.; AKCAKAYA, O. Evaluation of the smart city: Applying the dematel technique. *Telematics and Informatics*, v. 62, 101625, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101625>. Acesso em: 19 nov. 2024.

PANDIYAN, P.; SARAVANAN, S.; USHA, K.; et al. Technological advancements toward smart energy management in smart cities. *Energy Reports*, v. 10, p. 648–677, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.07.021>. Acesso em: 19 nov. 2024.

RAMPAZZO, R.; VASCONCELOS, F. N. Cidades Inteligentes e (Quase) Humanas. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23900/2359->

1552v8n4-3-2019. Acesso em: 19 nov. 2024.

REDE BRASILEIRA DE CIDADES INTELIGENTES E HUMANAS. Brasil 2030: Cidades Inteligentes e Humanas. Brasília, 2016.

SERENATO, G. G. Smart Cities: Mercado e Tendências. SEBRAE, 2017. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bd9bc47429ad4436c6b635dee9/\\$File/7816.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bd9bc47429ad4436c6b635dee9/$File/7816.pdf). Acesso em: 25 jun. 2024.

SHARIFI, A.; ALLAM, Z.; BIBRI, S. E.; KHAVARIAN-GARMSIR, A. R. Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs. *Cities*, v. 146, 104659, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104659>. Acesso em: 19 nov. 2024.

UNIÃO EUROPEIA. Smart Cities. Comissão Europeia, 2024. Disponível em: https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en. Acesso em: 31 jul. 2024.

VASCONCELOS, P. E. A. Cidades Inteligentes e a função socioambiental. Rio de Janeiro: Processo, 2022.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. *Revista Tecnológica da Fatec Americana*, v. 5, 2017.

QUALIDADE DO AR E DESIGUALDADE SOCIAL NA CIDADE DO RECIFE – PERNAMBUCO - BRASIL

Air Quality and Social Inequality in the City of Recife - Pernambuco - Brazil

Calidad del Aire y Desigualdad Social en la Ciudad de Recife - Pernambuco - Brasil

BANDEIRA, E. M. N.¹; SILVA, C. E. M.²; PESSOA, M. A. S.³; SILVA, M. L.⁴; SANTOS, R.S.A⁵; FREITAS, M. C. V.⁶; BEZERRA, A. C. V.⁷

Resumo

A poluição atmosférica é um dos principais problemas ambientais globais. Os danos à saúde e ao ambiente afetam a imensa maioria das regiões e população no planeta. Porém ainda existe uma grande lacuna em termos de monitoramento em especial em regiões mais pobres do planeta. Este trabalho visou contribuir com o preenchimento da lacuna de monitoramento da qualidade do ar na cidade do Recife, no Nordeste do Brasil. Através do uso de sensores de baixo custo e do uso de geotecnologias. Os resultados iniciais demonstraram que nos 9 meses de monitoramento da qualidade do ar, a cidade do Recife apresentou índices de qualidade do ar ótimos. Porém alguns dias com índices de poluição moderado e alto, levantam a necessidade de atenção aos riscos de exposição de curto prazo ao PM_{2,5} e outros poluentes atmosféricos. Em especial durante festividades como as juninas quando a qualidade do ar na cidade chegou a níveis insalubres. Aliados aos dados espaciais, esse monitoramento inicial demonstrou potenciais evidências de uma desigualdade da exposição à poluição do ar na cidade do Recife. Esses dados ressaltaram a importância de um monitoramento da qualidade do ar em áreas diversas, ainda que utilizando sensores de baixo custo.

Palavras-chave: Injustiça Ambiental; Sensores de Baixo Custo; Poluição Atmosférica; PM_{2,5}.

¹ BANDEIRA, E. M. N - Elyenay Mikaelle Nascimento Bandeira. Graduada em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0560-4500>, naaybandeira@gmail.com

² SILVA, C. E. M. - Carlos Eduardo Menezes da Silva. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1156-156X>, carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br

³ PESSOA, M. A. S. - Max Antônio da Silva Pessoa. Graduando em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6810-8069>, maxpessoa03@gmail.com

⁴ SILVA, M. L. - Michele de Lima e Silva. Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8508-5350>, mls@discente.ifpe.edu.br

⁵ SANTOS, R. S. A - Rosane da Silva Avelino dos Santos. Gestora ambiental - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7249-1041>, rosaneavelino@gmail.com

⁶ FREITAS, M. C. V. - Maria Clara Vidal de Freitas. Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7282-2556>, mcvf@discente.ifpe.edu.br

⁷ BEZERRA, A. C. V. - Anselmo César Vasconcelos Bezerra. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-9417>, anselmo@recife.ifpe.edu.br

COMO CITAR:

Bandeira, E. M. N.; Silva, C. E. M.; Pessoa, M. A. S.; Silva, M. L.; Santos, R. S. A.; Freitas, M. C. V.; Bezerra, A. C. V. QUALIDADE DO AR E DESIGUALDADE SOCIAL NA CIDADE DO RECIFE – PERNAMBUCO - BRASIL Engenharia Urbana Em Debate, 5(2). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v5i2.148>

Data da Submissão:
13 de dezembro de 2024
Data da Aprovação:
16 de dezembro de 2024
Data da Publicação:
19 de dezembro de 2024



Abstract

Air pollution is one of the main global environmental problems. The damage to health and the environment affects the vast majority of regions and populations on the planet. However, there is still a large gap in terms of monitoring, especially in poorer regions of the planet. This work aimed to help fill the gap in air quality monitoring in the city of Recife, in the north-east of Brazil. Through the use of low-cost sensors and geotechnologies. The initial results showed that in the 9 months of air quality monitoring, the city of Recife had optimal air quality indices. However, some days with moderate and high pollution levels raise the need to pay attention to the risks of short-term exposure to PM_{2.5} and other atmospheric pollutants. Especially during festivities such as the June festivities, when the city's air quality reached unhealthy levels. Combined with spatial data, this initial monitoring showed potential evidence of unequal exposure to air pollution in the city of Recife. These data emphasise the importance of monitoring air quality in different areas, even if using low-cost sensors.

Keywords: Environmental Injustice; Low Cost Sensors; Air Pollution; PM 2.5.

Resumen

La contaminación atmosférica es uno de los principales problemas medioambientales mundiales. Los daños a la salud y al medio ambiente afectan a la gran mayoría de regiones y poblaciones del planeta. Sin embargo, aún existe un gran vacío en términos de vigilancia, especialmente en las regiones más pobres del planeta. Este trabajo pretendía contribuir a colmar esa laguna en la vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Recife, en el noreste de Brasil. Mediante el uso de sensores y geotecnologías de bajo coste. Los resultados iniciales mostraron que en los 9 meses de monitorización de la calidad del aire, la ciudad de Recife tuvo índices de calidad del aire óptimos. Sin embargo, algunos días con niveles de contaminación moderados y altos plantean la necesidad de prestar atención a los riesgos de exposición a corto plazo a las PM_{2,5} y otros contaminantes atmosféricos. Especialmente durante festividades como las de junio, cuando la calidad del aire de la ciudad alcanzó niveles insalubres. Combinado con datos espaciales, este seguimiento inicial mostró evidencias potenciales de una exposición desigual a la contaminación atmosférica en la ciudad de Recife. Estos datos subrayan la importancia de vigilar la calidad del aire en distintas zonas, aunque sea con sensores de bajo coste.

Palabras-clave: Injusticia medioambiental; sensores de bajo coste; contaminación atmosférica; PM 2,5.

1. Introdução

Os efeitos das mudanças climáticas têm sido cada vez mais sentidos nas diferentes esferas da sociedade. E as populações mais vulneráveis são as mais afetadas (Fernandes; Hacon; Novais, 2021). Considerando aspectos espaciais, as cidades concentram a maior parte dos problemas oriundos das transformações ambientais, e ao mesmo tempo funcionam como catalisadoras de poluentes pela densidade e mobilidade populacional (Braz; Longo, 2021).

Segundo relatórios da Organização Mundial da Saúde (OMS), praticamente toda a população global (99%) está exposta a condições de ar insalubre, com altas concentrações de partículas finas e dióxido de nitrogênio sendo inaladas. A poluição atmosférica é agora reconhecida como uma das principais preocupações ambientais para a saúde e o bem-estar da humanidade, ao lado das mudanças climáticas (WHO, 2022).

A Resolução Conama nº 506, de 05 de julho de 2024, define a poluição do ar como qualquer presença de matéria em quantidades,

concentrações, durações ou outras características que possam prejudicar a saúde humana, a fauna, a flora e os materiais. Ela estabelece limites para diversos poluentes, visando mitigar os impactos na saúde da população. Para monitorar a poluição atmosférica, as estações de qualidade do ar desempenham um papel crucial, permitindo a medição das concentrações de poluentes, a geração de dados sobre a qualidade do ar atual, à criação de históricos de dados e o apoio à formulação de políticas públicas para garantir a qualidade do ar (Vormittag *et al.*, 2021).

A relação entre poluição atmosférica e desigualdade social é um tema que vem sendo discutido na literatura acadêmica, evidenciando como as comunidades marginalizadas são desproporcionalmente afetadas por problemas ambientais. Estudos demonstram que as populações negras e latinas têm menos mobilidade e, portanto, são mais propensas a permanecer em áreas com altos níveis de poluição, independentemente de seus recursos socioeconômicos (Southerland, 2023; Liévanos,

2018). Essa situação é exacerbada por fatores como a qualidade da habitação, onde grupos de baixa renda frequentemente residem em imóveis mais antigos e menos eficientes em termos de isolamento, aumentando a exposição a poluentes internos e externos (Rosofsky *et al.*, 2018).

Além disso, os impactos na saúde não são apenas uma questão de exposição, mas também de vulnerabilidade, onde a capacidade de uma comunidade de lidar com os efeitos da poluição é diretamente influenciada por seu status socioeconômico (Scolio, 2024; DeMarco *et al.*, 2020). Por exemplo, pessoas em situação de rua enfrentam riscos ambientais significativos, exacerbados por sua falta de acesso a serviços de saúde e abrigo (DeMarco *et al.*, 2020).

De maneira complementar, o uso e ocupação do solo de maneira inadequada em áreas urbanas, tem sido associado a um aumento significativo na poluição do ar, uma vez que a urbanização descontrolada e a impermeabilização do solo contribuem para a concentração de poluentes atmosféricos (Vieira *et al.*, 2016; Vanzela *et al.*, 2010). Isso porque a urbanização, que frequentemente resulta na substituição de áreas verdes por construções e infraestrutura, não apenas aumenta a emissão de poluentes, mas também reduz a capacidade do ambiente de filtrar e purificar o ar (Filho & Tonetti, 2011).

Em função desses complexos desafios de sustentabilidade enfrentados pelas áreas urbanas, os gestores das cidades precisam de soluções criativas, especialmente ações que sejam econômicas e ofereçam múltiplos benefícios (Nesshover *et al.*, 2017). O desenvolvimento dessas soluções pode gerar informações para orientar a tomada de decisões e apoiar a proteção e o gerenciamento de ecossistemas naturais para garantir um fluxo sustentável contínuo de benefícios para as gerações atuais e futuras.

No caso da Cidade do Recife, esse contexto é mais desafiador, uma vez que a capital pernambucana é apontada como a 16ª cidade mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas no mundo (Santos Melo *et al.*, 2022). Soma-se a isso, o fato

de ser a capital mais desigual do Brasil (IBGE, 2020). Em síntese, as políticas de mitigação devem ao mesmo tempo olhar para os efeitos negativos das mudanças climáticas, sem perder de vista que os impactos também são refletidos a partir de diferentes cenários de desigualdades sociais. Assim, mapear a suscetibilidade, a vulnerabilidade socioespacial e os seus impactos é fundamental para que possamos identificar áreas prioritárias para intervenção e proposição de diretrizes de ocupação do espaço urbano.

Ressalta-se que apesar dos recentes investimentos na escala local em inventários de gases do efeito estufa (RECIFE, 2020), ainda não há diagnósticos produzidos sobre a produção de poluentes atmosféricos em contextos socioterritoriais diversificados no Recife.

Dessa forma esse trabalho se propõe realizar um primeiro diagnóstico da qualidade do ar na cidade do Recife, e estabelecer uma correlação inicial com condições socioeconômicas e ambientais potencialmente amplificadoras da vulnerabilidade à exposição à poluição por material particulado.

2. Materiais e Métodos

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de uma análise multicritério para identificação dos locais mais adequados para instalar estações de monitoramento da qualidade do ar em Recife. Para tanto, foram analisadas e integradas na classificação características como o IDHM, ocupação do solo e topografia, direção do vento e cobertura vegetal, e dados censitários analisados a nível de setores censitários da cidade. A partir das manchas de áreas prioritárias foram identificadas a presença de equipamentos públicos prioritários, como escolas, hospitais e COMPAZ, equipamentos públicos de prestação de serviços às comunidades.

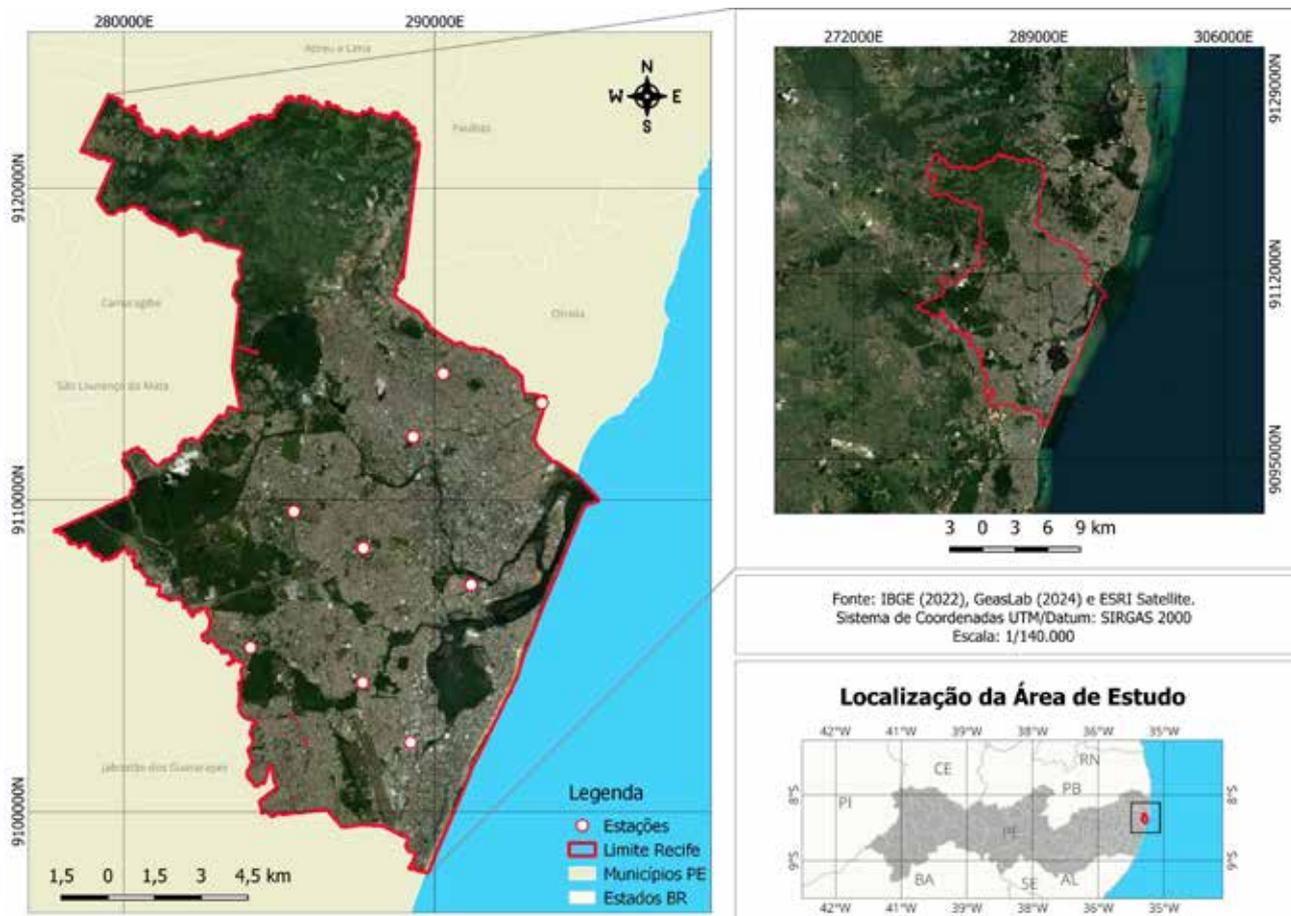
A partir dos resultados obtidos, estabelecemos um buffer raio de alcance de 500 metros ao redor de pontos específicos onde foram instaladas as estações. Esses pontos foram selecionados com base em unidades educacionais, de saúde e parques localizados em zonas de alta prioridade.

Além disso, esses locais possuem acesso à rede Wi-Fi e a infraestrutura necessária para a instalação dos dispositivos de monitoramento.

Com a definição dos pontos, foram instaladas nove estações de monitoramento da qualidade com sensores de CO₂, Material Particulado 2,5 e 10, temperatura, umidade e pressão. Os

equipamentos são classificados com sensores de baixo custo, da IqAir, instituição parceira da Agência das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP (Figura 1). Para este trabalho foram analisados inicialmente os dados apenas de Material Particulado 2,5 (PM_{2,5}). Considerado um dos principais poluentes atmosféricos globais.

Figura 1 – Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na cidade do Recife



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

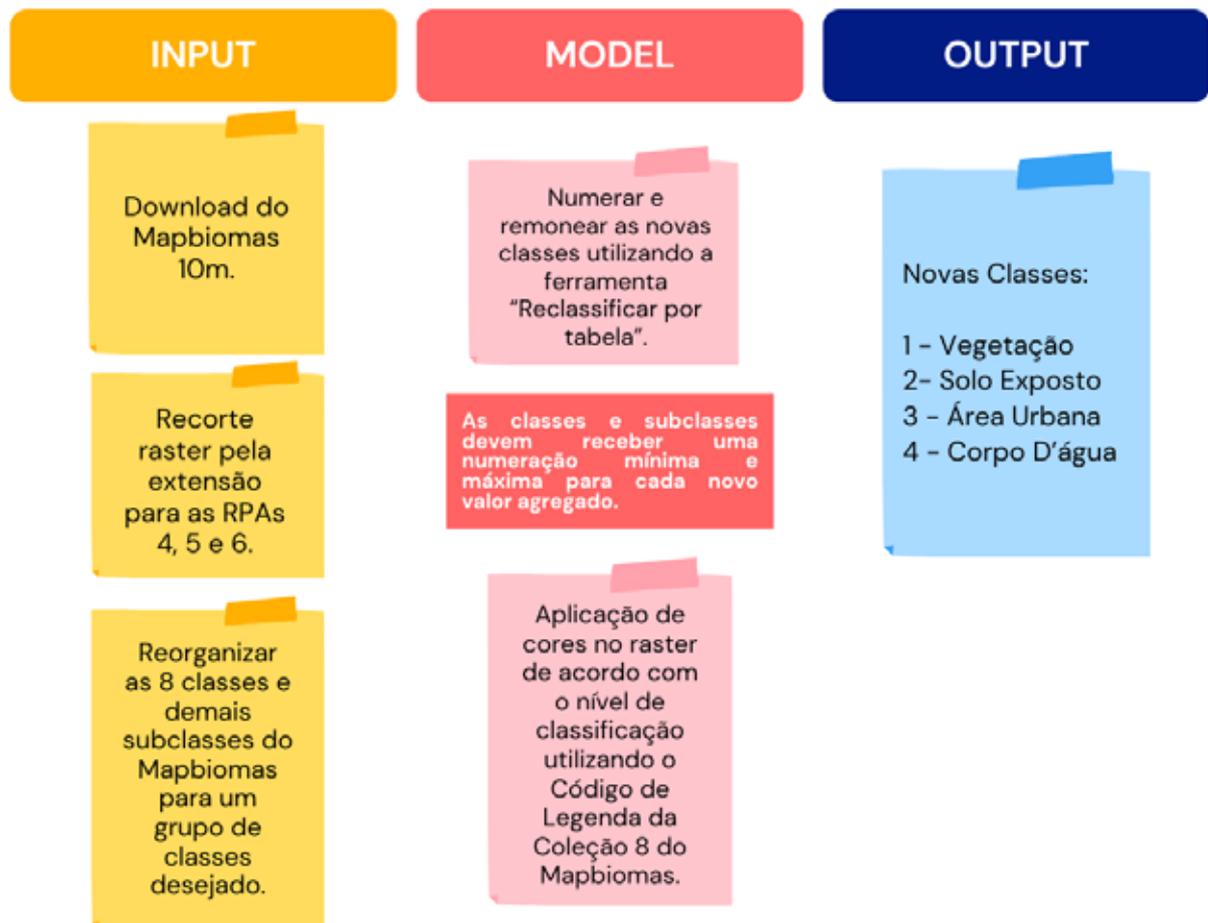
Para a análise das variáveis de entorno utilizadas foram consideradas: cobertura vegetal (captada através do Mapbiomas); indicadores socioeconômicos, tais como áreas de ZEIS, renda, acesso a bens públicos; e indicadores geoespaciais, como elevação e formas de relevo.

O processamento digital de Uso e Ocupação do Solo foi realizado com os dados do Mapbiomas 10 metros 2022 no software QGIS e posteriormente

no ArcGIS Pro. A plataforma de mapeamento do Mapbiomas é o resultado da colaboração entre a comunidade científica brasileira e uma parceria estabelecida com a plataforma Google Earth Engine, conforme relatado por Gorelick et al. (2017). Visto que a plataforma mais recente tem cerca de 29 classes mapeadas, foi necessário fazer uma reclassificação de raster para as classes de interesse (Figura 2).

Figura 2 – Metodologia de Reclassificação do Mapbiomas

Reclassificação do Mapbiomas



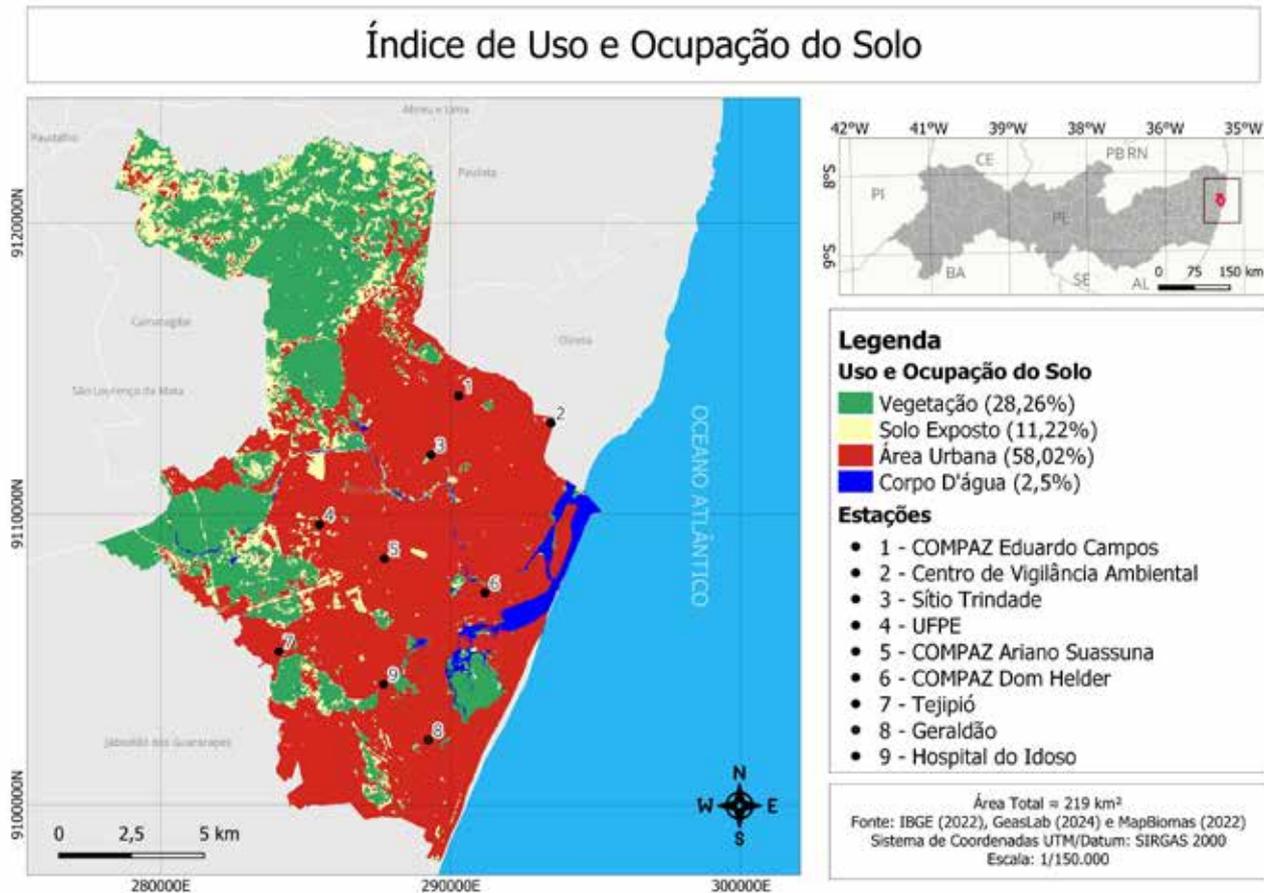
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3. Resultados e Discussões

Na etapa de análise da vulnerabilidade buscou-se compreender a contribuição das componentes da vulnerabilidade (exposição, sensibilidade e a capacidade de adaptação) no grau de vulnerabilidade socioespacial nas RPA's do município do Recife. A exposição foi analisada a partir dos resultados da relação dos dados coletados pelas microestações com as características geoambientais e geourbanas. A integração destes componentes foi feita em ambiente SIG, de acordo com o proposto por Moreira (2021).

A área de estudo representada pelas Regiões Político-Administrativas (RPA's) 1, 2, 3, 4, 5 e 6 da Cidade do Recife foram mapeadas em quatro classes: 1) Vegetação; 2) Solo Exposto; 3) Área Urbana; 4) Corpo D'água. Essas classes foram escolhidas para caracterizar e entender a paisagem, a fim de, principalmente, delimitar as áreas com maior e menor índice de cobertura vegetal (Figura 3) e (Tabela 1).

Figura 3 – Visualização do uso e ocupação do solo na cidade do Recife



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Tabela 1 – Percentual das classes de uso e ocupação por RPA

Nº Classe	Nome da Classe	RPA1 (%)	RPA2 (%)	RPA3 (%)	RPA4 (%)	RPA5 (%)	RPA6 (%)
1	Vegetação	2,38%	3,31%	48,58%	26,50%	14,52%	11,47%
2	Solo Exposto	1,53%	2,17%	19,09%	18,28%	15,21%	5,56%
3	Área Urbana	75,26%	94,52%	32,13%	53,61%	69,49%	76,81%
4	Corpo D'água	20,83%	0,00%	0,21%	1,61%	0,78%	6,16%

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A classe “Área Urbana” apresentou os maiores percentuais comparado às outras classes. A RPA2, por exemplo, tem quase 95%, enquanto a classe “Vegetação” tem um pouco mais de 3%. Essas constatações são relevantes, especialmente quando se considera que, segundo Moreira (2014), às mudanças climáticas locais podem ser influenciadas por uma série de fatores, incluindo a modificação da cobertura do solo e sua dinâmica, como a diminuição das áreas verdes e o aumento da impermeabilização do solo.

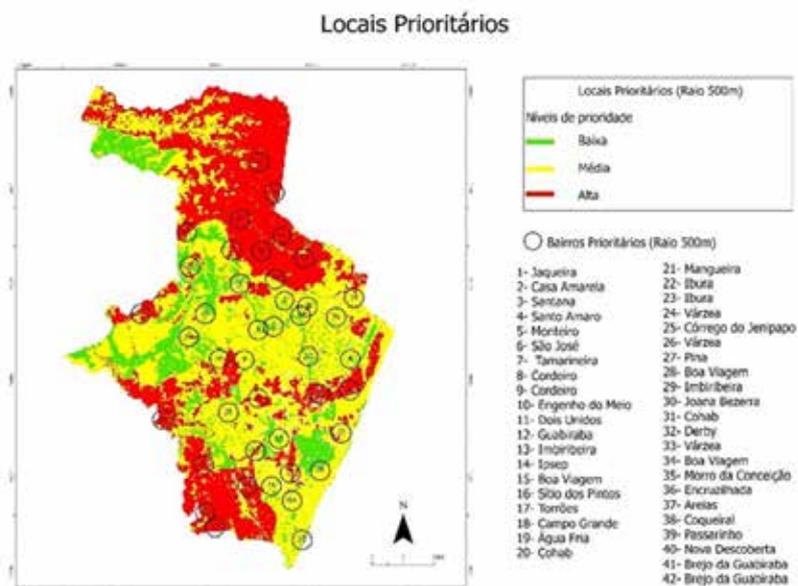
Em 2015, uma pesquisa conduzida por Silva, A.C. sobre o Uso e Ocupação da Terra na Cidade do Recife revelou que 55% do território estava ocupado por áreas construídas, enquanto aproximadamente 23% consistiam em cobertura vegetal. Estes achados são similares com os resultados do Mapbiomas (2022), os quais indicam uma área não vegetada de 56%, mantida estável desde 2015, e uma cobertura vegetal ligeiramente aumentada, agora totalizando 25%. Este aumento pode ser atribuído em parte à redução das áreas de agropecuária, como evidenciado pelo histórico dos pixels, onde houve ganhos de vegetação em “Solo Exposto” anteriormente classificados como agropecuária.

Os seguintes resultados revelaram áreas de alta prioridade nas Regiões Político Administrativas - RPAs 3 e 2, além de alguns bairros das RPAs 1 e

6. Nas áreas de média prioridade, foi encontrada uma distribuição mais abrangente em todas as RPAs. As áreas de baixa prioridade coincidem com regiões que apresentam características como áreas verdes, manguezais e bairros com alto índice de desenvolvimento humano (Figura 4).

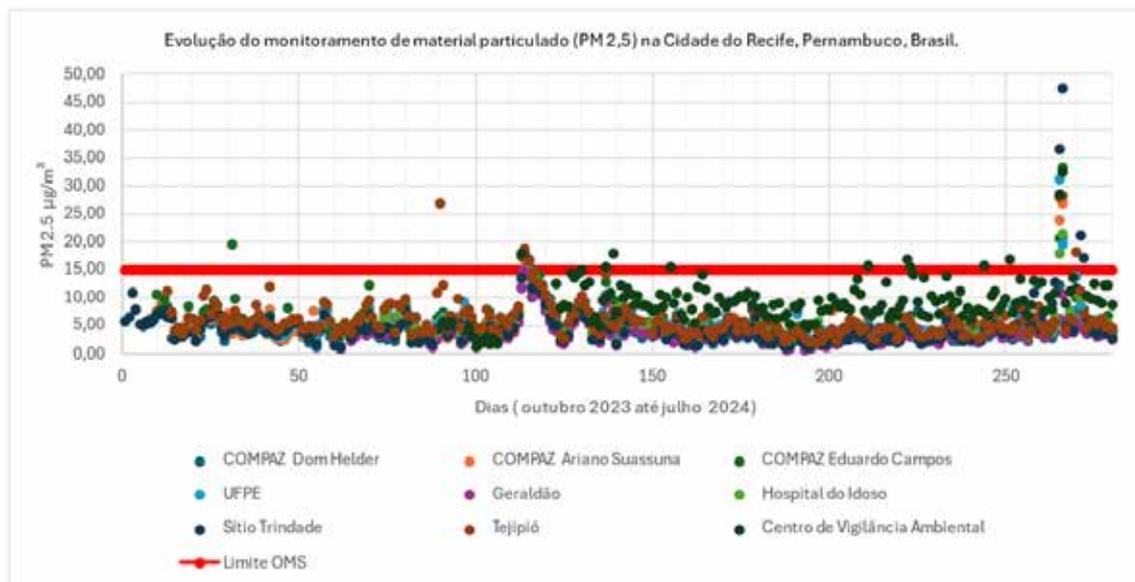
Ao analisar os registros de monitoramento da qualidade do ar, constatou-se que, na maior parte do tempo, os índices de material particulado (PM 2,5) ficam abaixo de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que representa uma boa qualidade do ar para os padrões de ambiente urbano. Entretanto, registaram-se medições pontuais muito altas em diversos dias, o que faz a média diária de exposição ao PM 2,5 superar o limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas. Em alguns dias, há picos que excedem significativamente esse limite (Figura 27). Verificou-se que as localidades com médias diárias acima dos $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com maior frequência foram: Centro de Vigilância Ambiental (CVA), Tejipió, Compaz Eduardo Campos e UFPE. As estações do Compaz Dom Helder e do Ginásio Geraldão registraram as menores taxas diárias de PM2,5. Além disso, houve um grande pico de registro de material particulado em todas as estações durante os dias de festejos de São João e São Pedro, respectivamente 23/07 e 29/07 de 2024 (Figura 5).

Figura 4 – Localização das áreas prioritárias para monitoramento da qualidade do ar



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 5 – Dados de monitoramento de material particulado na cidade do Recife.

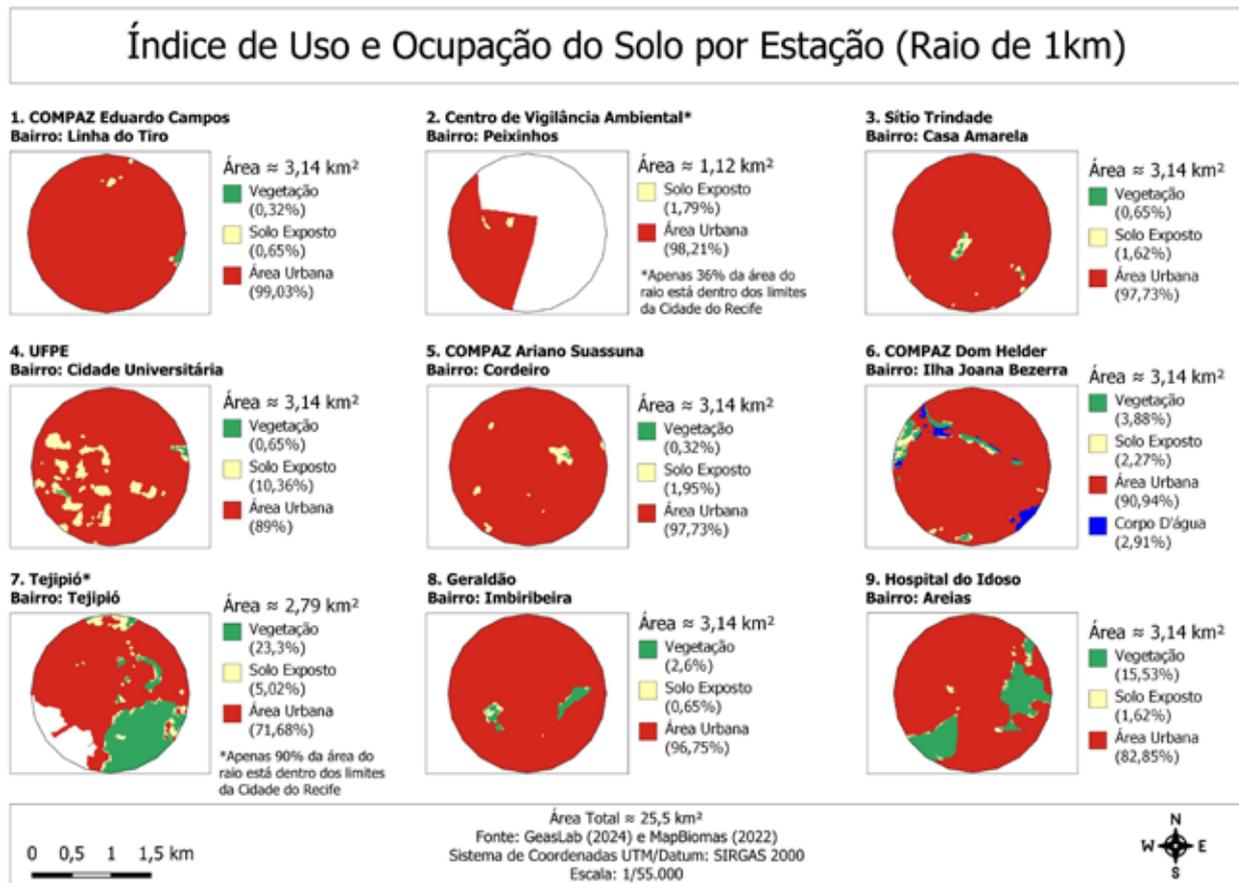


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na busca de correlacionar os dados de poluição atmosférica com potenciais elementos de vulnerabilidade foram levantados o uso e ocupação solo do entorno das regiões onde foram instaladas as estações de monitoramento.

Os resultados demonstraram que uma situação relativamente homogênea entre as diferentes regiões com o predomínio de áreas urbanizadas e poucas áreas verdes, ao menos no entorno imediato das estações (Figura 6).

Figura 6 – Levantamento de uso e ocupação do solo no entorno das estações de monitoramento



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O primeiro aspecto que se destaca nos resultados é a relação entre as características socioeconômicas que definiram áreas mais ou menos prioritárias para medição da poluição e a presença de áreas verdes. Há uma grande dificuldade de equalizar o acesso e o uso das populações às áreas verdes, considerando que a distribuição desses espaços nas cidades não ocorre de forma homogênea (Wolch *et al.*, 2014; Maas *et al.*, 2006). Alguns estudos mostram que pessoas mais pobres e negras estão mais distantes e acessam menos esses espaços que pessoas mais ricas e brancas (Boone *et al.*, 2009; Dahmann *et al.*, 2010).

Esse cenário parece demonstrar as primeiras evidências de uma desigual exposição à poluição atmosférica na cidade do Recife. Isso porque a presença de áreas verdes tem sido associada a uma menor exposição a poluentes atmosféricos como o material particulado (PM_{2,5}) e a um menor número de registros de doenças associadas à poluição como asma, rinite e problemas vasculares (Cilluffo *et al.*, 2018; Nordeide Kuiper *et al.*, 2021; Son *et al.*, 2021).

E ainda que os dados tenham demonstrado uma qualidade do ar predominantemente ótima nas 9 estações, foi possível observar níveis de poluição moderado e às vezes até insalubre por algum tempo em várias das estações monitoradas. Esse aspecto é importante, pois mesmo a exposição durante curto prazo pode trazer danos à saúde humana. Há evidências relatando a relação entre a exposição de curto prazo a PM_{2,5} e problemas respiratórios, cardiovasculares entre outros, em especial para pessoas mais sensíveis e vulneráveis (Garshick, 2014; Int Panis *et al.*, 2017; López *et al.*, 2024).

Por fim, nos chamou muita atenção as medições das estações durante os dias de festejos juninos. Sabe-se que o Nordeste brasileiro ainda cultiva a tradição das fogueiras, mesmo em grandes centros urbanos, como o Recife. Mas, infelizmente essa tradição eleva a quantidade de material particulado e outros poluentes a níveis preocupantes. Nas medições do dia 23 de junho, todas as estações que estavam em funcionamento com acesso a

internet apresentaram níveis de qualidade do ar que chegaram à situação insalubre ou muito insalubre durante algumas horas entre as 19h e as 03h da manhã.

Essa situação é análoga a outras situações já registradas em outras localidades, onde eventos pontuais festivos aumentam consideravelmente a emissão de PM_{2,5} e outros poluentes atmosféricos (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2024). O que leva a necessária discussão sobre a adequação desses festejos em uma realidade de crescente poluição atmosférica.

4. Conclusões

Os resultados das medições das estações de monitoramento ambiental na cidade do Recife durante os nove meses analisados, demonstraram uma qualidade do ar predominantemente ótima em toda a cidade.

Ainda assim, foi possível observar a frequência de momentos de poluição por Material Particulado 2,5 que excedem as recomendações da Organização Mundial da Saúde. Essa situação acende um alerta para o potencial risco à saúde da população da cidade.

Além disso, esse primeiro estudo, caracterizando a qualidade do ar na cidade, apresenta os primeiros indícios de uma desigual exposição a essa poluição. A situação de uso e ocupação do solo com menor percentual de áreas verdes em áreas periféricas associadas a uma frequência de exposição ainda que de curto prazo a níveis mais acentuados de PM_{2,5} podem demonstrar que a população mais pobre e periférica está mais exposta e vulnerável aos efeitos desse poluente atmosférico.

Porém, se faz necessário o acompanhamento dessas medições por um período mais longo de tempo, além do levantamento de dados sobre a situação de saúde das populações dessas áreas para que sejam possíveis análises mais acuradas. Além disso, os tomadores de decisão seriam beneficiados com o investimento em equipamentos

mais robustos para medição da qualidade do ar.

Ainda assim é possível afirmar que os sensores de baixo custo aqui utilizados cumpriram de forma exemplar a função de apresentar um panorama da qualidade do ar na cidade de forma detalhada em áreas com diferentes condições socioambientais.

E com isso podemos afirmar que apesar da qualidade do ar predominantemente excelente, a cidade do Recife apresenta indícios de uma desigualdade e injustiça ambiental no que diz respeito à exposição e vulnerabilidade à poluição atmosférica. E com isso demonstra-se a importância do uso de sensores de baixo custo para medição da qualidade do ar como instrumento de produção de informações e ajuda na tomada de decisão.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, M.C.C.T. 2005. Ilhas de calor em Birigui/SP. *Revista Brasileira de Climatologia*, 1, 1, 119-150.

ARAÚJO, N. C. Análise do uso das unidades de conservação da cidade do Recife como espaço de educação não formal. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

AZEVEDO, S.; RIBEIRO, L. C. de Q. Relatório 2019. Mapa da motorização individual no Brasil, UFRJ, 26 set. 2019. Disponível em: https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/wpcontent/uploads/2019/09/mapa_moto2019v2.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

BRANDER, M.; WAGTENDONK, A. L. J.; HUSSAIN, S.; MCVITTIE, A.; VERBURG, P. H.; DE GROOT, R. S.; VAN DER PLOEG, S. Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, 62–69, 2012.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 506, de 05 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/>

[web/dou/-/resolucao-n-506-de-5-de-julho-de-2024-570885907](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-506-de-5-de-julho-de-2024-570885907)>.

BRASIL. Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar (2018). Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: 07 de mar. 2024.

BRAZ, S. N.; LONGO, R. M. Qualidade ambiental das cidades: uso de bioindicadores para avaliação da poluição atmosférica. *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, v. 2, p. 1–21, 2021.

DA SILVA, A. C. et al. Mudanças do uso e ocupação da terra a partir da expansão urbana e as influências climáticas sobre a morfodinâmica no município do Recife/PE entre 1975 e 2015. *Revista Cerrados (Unimontes)*, v. 13, n. 1, p. 33-49, 2015.

DEMARCO et al. Air Pollution-Related Health Impacts on Individuals Experiencing Homelessness: Environmental Justice and Health Vulnerability in Salt Lake County, Utah. *International journal of environmental research and public health* (2020) doi:10.3390/ijerph17228413.

FERNANDES, T.; HACON, S. D. S.; NOVAIS, J. W. Z. Mudanças Climáticas, Poluição Do Ar E Repercussões Na Saúde Humana: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 28, n. 1, p. 138–164, 2021.

FILHO & TONETTI, 2011. Qualidade Ambiental Nas Paisagens Urbanizadas. *Revista geografar* (2011) doi:10.5380/geografar.v6i1.21802.

GOMES, J. H. et al. Ocupação em Área de Risco de Deslizamentos no Córrego do Jenipapo, Recife, Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 3, p. 524-539, 2012.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 2017.

IBGE, I. B. D. G. E. E. Síntese de Indicadores

- Sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira 2020. Estudos e ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- LIÉVANOS. Retooling CalEnviroScreen: Cumulative Pollution Burden and Race-Based Environmental Health Vulnerabilities in California. *International journal of environmental research and public health* (2018) doi:10.3390/ijerph15040762.
- MAPBIOMAS. Brasil. Projeto MapBiomass (2022). Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>.
- MORAES, F. M. de; M. G. V. G. M. Planejamento urbano e participação popular: a experiência do plano de ação integrada de investimentos para a ZEIS Ilha de Deus, Recife–Pernambuco. Regimes Urbanos e Governança Metropolitana (Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrôpoles) Natal/RN-Brasil, 29 a 31 de março de 2017, 2017.
- MOREIRA, E. B. M. Balanço De Energia E Evapotranspiração Na Cidade Do Recife-Pe Por Sensoriamento Remoto. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, 2014.
- NESSHÖVER, C. et al. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the Total Environment*, v. 579, p. 1215–1227, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>>.
- NÓBREGA, R. S.; DE BAKKER VITAL, Luis Augusto. Influência da urbanização sobre o microclima de Recife e formação de Ilha de Calor (Influence of urbanization on the climate of Recife and development of Heat Island). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 3, n. 3, p. 151-156, 2010.
- ROSOFSKY et al. Temporal trends in air pollution exposure inequality in Massachusetts. *Environmental research* (2018) doi:10.1016/j.envres.2017.10.028.
- SANTOS, M. I. et al. Adaptação aos impactos das mudanças climáticas na perspectiva do plano diretor da cidade do Recife. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 23, p. 1–23, 2022.
- SCOLIO. Spatial Analysis of Intra-Urban Air Pollution Disparities through an Environmental Justice Lens: A Case Study of Philadelphia, PA. *Atmosphere* (2024) doi:10.3390/atmos15070755.
- SILVA, A. G. A. G. Análise de alternativas para a otimização do transporte público na Avenida Recife. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.
- SOUTHERLAND. Temporal trends in sociodemographic composition and land development within U.S. fence-line communities surrounding hazardous industrial facilities: 2001–2019. *Environmental research letters* (2023) doi:10.1088/1748-9326/ad0136.
- TOVAR, C. S. et al. A percepção da qualidade do ar, da poluição dos córregos e rios, e da influência destas sobre a saúde, pelos residentes da Comunidade Carlos Chagas, no bairro de Manguinhos, RJ. 2016. Tese de Doutorado.
- VANZELA et al. (2010). Vanzela et al. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental* (2010) doi:10.1590/s1415-43662010000100008.
- VIEIRA et al. (2016) Vieira et al. "MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DO SAPÉ (2016) doi:10.5151/engpro-eneeamb2016-ma-004-4953.
- VORMITAG, E. da M. P. A. de A., CIRQUEIRA, S. S. R., Wicher Neto, H., & Saldiva, P. H. N. (2021). Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*, 35(102), 7–30. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2022). Global Health Observatory. World health statistics 2022: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals (Global Health Observatory, Org.).

CITY-RESILIENCE FROM THE PERSPECTIVE OF THE WATER-ENERGY-SANITATION NEXUS

A Resiliência da Cidade da Perspectiva do Nexo Água-Energia-Saneamento

La Resiliencia de la Ciudad desde la Perspectiva del Nexo Agua-Energía-Señeamiento

SANTIAGO, C. D.¹; CASTRO, M. A. S.²; GONÇALVES, J. C.³; PUGLIESI, E.⁴; VALENCIO, N. F. L. S.⁵

Abstract

Urban challenges require integrative scientific knowledge, and multi-stakeholder approaches that account for local socio-ecological dynamics and interconnected urban systems. Sustainable urbanization and city resilience depend on multifunctional interventions and environmental integration to minimize impacts on human and natural systems. This article examines urban resilience through the Water-Energy-Sanitation (W-E-S) nexus, a transdisciplinary framework for addressing complex issues. Interactions among the W-E-S nexus often face desynchronized investments, profit-driven priorities, and compartmentalized management, leading to disconnected policies and increased risks. The case study of São Paulo's Tietê River Basin, a vital area for water, energy, and sanitation services, highlights challenges like droughts, pollution, poor waste management, and reactive crisis responses, leading to recurring environmental and social issues which underscore the need for a comprehensive approach. Thus, the W-E-S nexus framework offers a pathway to more resilient urban systems through holistic and transdisciplinary planning.

Keywords: Urban Resilience; Water-Energy-Sanitation Nexus; Sustainable Urbanization.

¹ SANTIAGO, C. D. - Cristiane Diniz Santiago. Institute of Applied Economic Research (IPEA), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0928-118X>, cristine.dis@gmail.com

² CASTRO, M. A. S. - Marco Aurélio Soares de Castro. Professor Doutor na Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT-UNICAMP), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0022-0129>, marcocastro@ft.unicamp.br

³ GONÇALVES, J. C. - Juliano Costa Gonçalves. Professor Doutor na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6836-7154>, juliano@ufscar.br

⁴ PUGLIESI, E. - Erica Pugliesi. Professora Doutora na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4688-1387>, epugliesi@gmail.com

⁵ VALENCIO, N. F. L. S. - Norma Felicidade Lopes da Silva Valencio. Professora Doutora na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1855-3458>, norma.valencio@ufscar.br

Data da Submissão:

13 de dezembro de 2024

Data da Aprovação:

16 de dezembro de 2024

Data da Publicação:

19 de dezembro de 2024

COMO CITAR:

Santiago, C. D.; Castro, M. A. S.; Gonçalves, J. C.; Pugliesi, E. Valencio, N. F. L. S.. CITY-RESILIENCE FROM THE PERSPECTIVE OF THE WATER-ENERGY-SANITATION NEXUS. Engenharia Urbana Em Debate, 5(2). <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v5i2.149>



Resumo

Os desafios urbanos requerem conhecimento científico integrador e abordagens multiautoras que tenham em conta a dinâmica socioecológica local e os sistemas urbanos interligados. A urbanização sustentável e a resiliência das cidades dependem de intervenções multifuncionais e da integração ambiental para minimizar os impactos nos sistemas humanos e naturais. Este artigo examina a resiliência urbana através do nexo Água-Energia-Saneamento (W-E-S), um quadro transdisciplinar para abordar questões complexas. As interações entre o nexo W-E-S enfrentam frequentemente investimentos dessincronizados, prioridades orientadas para o lucro e gestão compartimentada, levando a políticas desconectadas e a riscos aumentados. O estudo de caso da Bacia do Rio Tietê, em São Paulo, uma área vital para serviços de água, energia e saneamento, destaca desafios como secas, poluição, má gestão de resíduos e respostas reativas a crises, levando a questões ambientais e sociais recorrentes que sublinham a necessidade de uma abordagem abrangente. Assim, a estrutura do nexo W-E-S oferece um caminho para sistemas urbanos mais resilientes através de um planejamento holístico e transdisciplinar.

Palavras-chave: Resiliência Urbana; Nexo Água-Energia-Saneamento; Urbanização Sustentável.

Resumen

Los desafíos urbanos requieren conocimientos científicos integradores y enfoques de múltiples partes interesadas que tengan en cuenta las dinámicas socioecológicas locales y los sistemas urbanos interconectados. La urbanización sostenible y la resiliencia de las ciudades dependen de intervenciones multifuncionales y de la integración ambiental para minimizar los impactos en los sistemas humanos y naturales. Este artículo examina la resiliencia urbana a través del nexo Agua-Energía-Saneamiento (W-E-S), un marco transdisciplinario para abordar cuestiones complejas. Las interacciones entre el nexo W-E-S a menudo enfrentan inversiones desincronizadas, prioridades impulsadas por las ganancias y una gestión compartimentada, lo que lleva a políticas desconectadas y mayores riesgos. El estudio de caso de la cuenca del río Tietê en São Paulo, un área vital para los servicios de agua, energía y saneamiento, destaca desafíos como sequías, contaminación, mala gestión de residuos y respuestas reactivas a las crisis, lo que lleva a problemas ambientales y sociales recurrentes que subrayan la necesidad de un enfoque integral. Por lo tanto, el marco del nexo W-E-S ofrece un camino hacia sistemas urbanos más resilientes a través de una planificación holística y transdisciplinaria.

Palabras-clave: Aceras; Caminabilidad; Normas urbanas; Movilidad urbana; Revisión bibliométrica.

1. Introduction

In recent decades, several initiatives are being developed to encourage the construction of integrative scientific knowledge and multi-stakeholder visions on urban problems. However, the specificities of each institutional, political and economic context, as well as their interference in the local socio-ecological dynamics, require the mobilization of new joint cognitive efforts to update the constituent elements of the problem as well as the links between them. Such links do not only refer to what brings together and complements the components in their mutual benefits, but also to what this articulation eventually causes in the elimination, exclusion and degradation of others (Morin, 2001). In contemporary times, one of the greatest challenges of knowledge is to overcome the principle of disjunction and the pathology of blind intelligence, which advances uncontrollably in techniques, however, producing ecological imbalances, threats and related disorders at different scales of social life (Morin, 2008).

Furthermore, the positive or negative attributes given to the chains of relationships between knowledge and practices that dynamically produce urban space tend to be frequently altered. The set of cultural repertoires, social practices, natural ecosystem features and built objects of the urban past produce effects on the systems of the present – when preserved, deteriorated, recoded, or metamorphosed –, just as the current ones weigh the past when in self-confrontation of their trajectory (Santos, 1988).

In many Global South countries, the model of economic growth denies acceptable levels of environmental quality to expressive social segments; more vulnerable populations are submitted to precarious settlements, health and environmental conditions, raising their risks – also with racial and gender foci – deepening environmental injustice, what sanitary engineering studies as much as sociology have been concerned with (Acselrad et al., 2004; Lisboa et al., 2013).

The very management of services may enhance or restrict their benefits, and the practical application of a technical solution tested in experimental, controlled situations is influenced by operational, managerial, economic, cultural aspects which will determine its actual effectiveness (Heller & Nascimento, 2005).

Thus, the provision and the implementation of the infrastructure needed for services such as drinkable water distribution, sewage collection and treatment, waste management and stormwater management, while requires Civil and Sanitation Engineering professionals to attentively look after the technical aspects, must happen in an articulated way with other demands (e.g., for energy, mobility and green areas) – and that can only be achieved through a multifunctional intervention in urban landscapes (Pinto, 2021).

The environmental sciences field seeks to identify the environmental dynamics and analyze the relations between the natural and anthropic elements and activities in order to minimize human impacts on natural processes. In this sense, urbanization is seen, by the lenses of the environmental sciences, as an anthropic system which needs to be as much integrated as possible with the environment, in order to maintain the ecosystem's balance and resilience. This requires that respect for sociocultural heterogeneity, different ways and/or styles of life, differences between subjects in peaceful democratic coexistence, as well as compensatory policies for those in a situation of sub-citizenship, be part of the equation of sustainable urban governance (Beck, 2018). Important elements in this perspective are resilient cities, sustainable infrastructures, and observing the city as part of the surrounding environment. Green architecture practices help achieve a healthy city, more connected and less harmful to natural systems. Unplanned or poorly planned cities often lead to non-resilient cities, raising human risks, vulnerabilities and inequalities, worsening environmental conditions and negatively impacting everyday life. The very idea of a sustainable city, deeply integrated with its surroundings, poses elementary reflections on the current economic model and the very idea of development (Monte-

Mór, 1994; Machado, 2000; Jatobá, 2011).

Considering these challenges, this article seeks to analyze the resilience of human systems from the perspective of the Water-Energy-Sanitation Nexus, presented here as a transdisciplinary framework which helps in the comprehension of complex problems.

The chosen method, of a qualitative nature, involved two steps: (i) a brief presentation of the water-energy-sanitation nexus and its potential relevance as a framework for analyzing complex, interdisciplinary problems; and (ii) a contextualization, based on a bibliographic review, of how this nexus could be applied in a practical context in Brazil.

2. The Water-Energy-Sanitation Nexus

'Nexus' is defined as a system comprising different sectors whose interconnections are often bi-directional (Brouwer et al., 2018): one sector affects another – positively or negatively – and vice-versa. In an urban environment, the concept of 'nexus' allows investigations of mutual dependency of multiple elements, at multiple scales (Chen & Lu, 2015), highlighting some interconnections that can be subtle enough to be ignored by policy makers and other stakeholders (Brouwer et al., 2018), even though their effects on urban infrasystems may be significant. The search for balanced solutions to environmental problems in more complex contexts may consider a ternary nexus of intertwined factors (Chen & Chen, 2016). So, it becomes necessary to analyze interfaces of several disciplines with not just one topic but a manifold nexus.

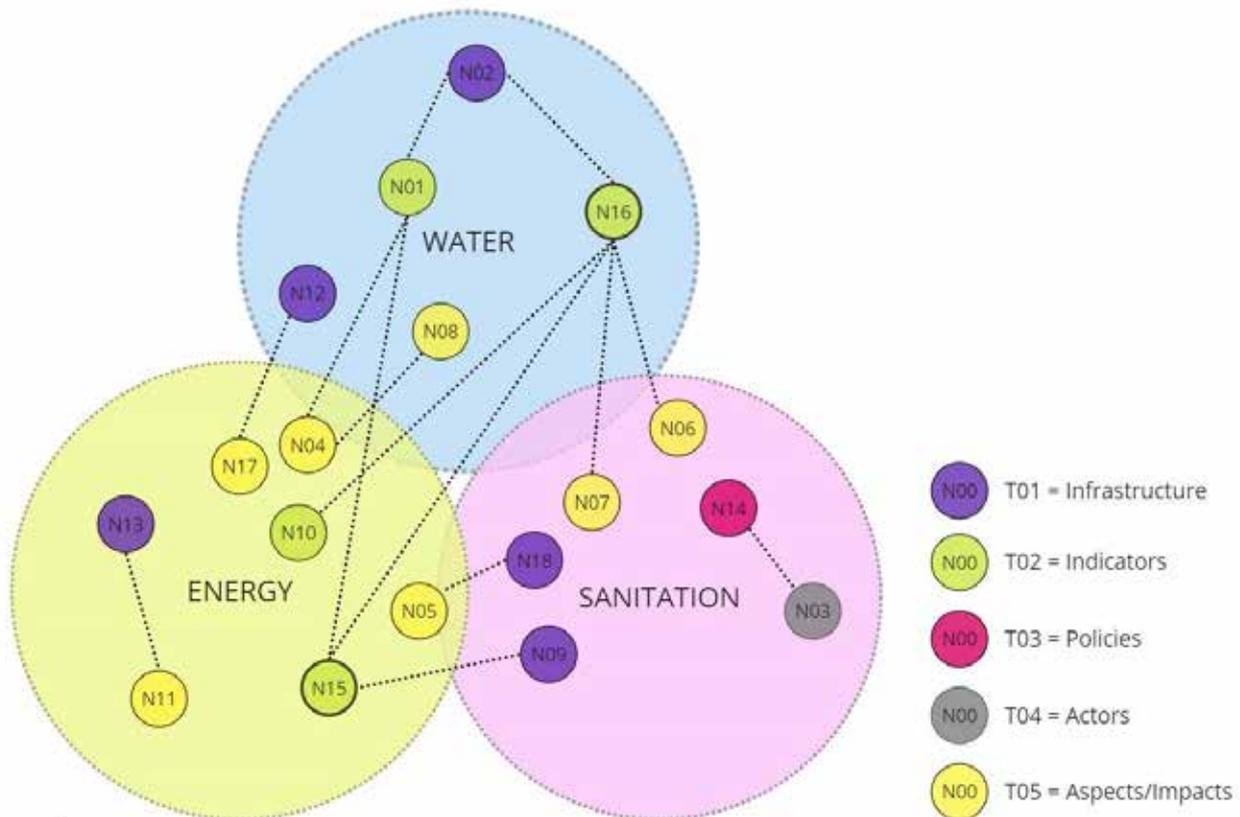
Considering this, a joint effort of an interdisciplinary group of researchers (Castro et al, 2024) developed the idea of the water-energy-sanitation (W-E-S) nexus, taking into account that water and energy are fundamental 'inputs' for urban life; on the other hand, sanitation can be considered the main 'output' of modern urban life, especially when one considers the Brazilian public policy definition for 'basic sanitation', which comprises four elements: (i) water supply; (ii) sewage collection and treatment; (iii) waste management; and (iv) stormwater management.

Considering that all nexuses that have been considered up to now encompass only basic resources for human activities and life in general (the most cited nexus, Water-Energy-Food, is an example of that), a joint effort of an interdisciplinary group of researchers (Castro et al, 2024) developed the idea of the water-energy-sanitation (W-E-S) nexus. The motivation is that, whereas water and energy are fundamental resources for urban life, sanitation services are not only crucial for water conservation (in terms of quantity and quality), but also constitute means for recovering other resources such as nutrients and materials (Daigger, 2009; Orner and Mihelcic, 2018; Sharma et al, 2021), especially when one considers the Brazilian public policy definition for 'basic sanitation', which comprises four elements: water supply; sewage

collection and treatment; waste management; and stormwater management. Thus, this particular nexus is able to encompass and articulate aspects related to two fundamental resources (water and energy), while having a third node (sanitation services), which acts as a 'feedback loop', reintroducing important nutrients and materials into urban systems – while also having its own demands in terms of resource (water and energy) use.

The W-E-S nexus was developed as a framework (Fig. 1) that allows multiple-dimension and multiple-area analysis. Thus, it is possible to verify connections of infrastructure, indicators, policies, actors/agents and impacts among the three components of the nexus.

Fig. 1 The W-E-S nexus framework comprising components, nodes and interconnections



Source: CASTRO et al., 2024.

In the Figure: N01: Availability; N02: Catchment; N03: Consumers; N04: Dam collapse; N05: Demands; N06: Diseases; N07: Effluent; N08: Floods; N09: Innovation; N10: Interruptions; N11: Land use; N12: Monitoring; N13: Power plants; N14: Privatization; N15: Production; N16: Quality; N17: System resilience; N18: Treatment plants.

In the following subsection the authors will explore the Brazilian context in order to understand how the W-E-S nexus can be of use as a framework to look at human systems from the resilience perspective.

2.1. The W-E-S Nexus in Brazil

Problems related to the Water-Energy-Sanitation nexus in Brazil are varied, ranging from the desynchronization of investments in these systems – inverting the public priorities of service to citizens, which threatens their health and well-being –, to the precedence of concerns of companies with economic profitability, penalizing the consumer. Some interconnections between water and energy supplies stem from the shared reservoir that serves hydroelectric power plants (EPE, 2020) while also providing water resources which are treated and distributed for the urban population; furthermore, water and energy are usually provided by different companies.

The dominance of hydroelectricity in the Brazilian matrix of power generation supply – 64% of total electric generation (IEA, 2020) –, based on large dams in the main rivers of the country, indicates the dimension of the sector's political power, relativizing both the political, economic and technical obstacles – structural and operational – faced by local companies, as well as delegitimizing the resources of voices of underserved communities. Despite being supported by the institutional discourse of environmental sustainability, hydroelectric operation has been at risk due to severe droughts that have been threatening water availability in reservoirs in different regions of the country. However, conventional models have not yet adequately internalized the impact of these hydrological changes on energy production and their links with the context of climate change (EPE, 2018). This points to the need for large and rapid

investments in sustainable energy alternatives that are not dependent on an increasingly unstable hydrological cycle, although the adoption of some of them, such as wind power plants, is already the subject of territorial conflicts involving the surrounding communities, as is the case in the Brazilian Northeast (Hofstaetter, 2016) .

Water and sanitation services in Brazil are commonly provided by the same company, at state or local level, but the participation of the private sector has increased over the last years. When these public companies open their capital to the market - as it happened in the state of São Paulo, with the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP) - they need to start distributing profits to their shareholders. Thus, there can be a corporate conflict regarding the difficulties that consumers need to face, such as the simultaneous economic and environmental crisis that made water scarce and raised service prices, as occurred in the state of São Paulo during 2014 and 2015 (Custódio, 2016). This reiterates that the problem not only has environmental and technical dimensions, but there are also political, economic and social aspects that must be considered in the efforts of integrating public policies in order to avoid similar crises in the future.

If the water levels of a reservoir are either too high or too low, its operation as an energy source and/or as a drinking water supply source and/or as a transportation infrastructure are compromised. The inverse flux is also true. For example, if there is a sanitation issue, such as incorrect or illegal sewage disposal, it may end up in water reservoirs, leading to ecological imbalances, such as rapid increase of algae and plants (e.g. eutrophication), which also threatens the safe operation of the system as an energy and drinking water supply (Junk & Mello, 1990; Luciano, 1996). Indeed, only 52.2% of the sewage generated in Brazil is treated (Brazil, 2022a), with most of the municipalities either not treating it or only doing so partially (Oliveira & Sperling, 2007; Freitas et al., 2012), disposing the untreated sewage directly in water bodies. The National Basic Sanitation Policy, which came into force in 2007 and was heavily modified in 2020, highlighted services universalization as a fundamental principle (BRAZIL, 2007).

Across the levels of the Brazilian government, that different entities deal with the management and regulatory practices of water resources (National Water and Sanitation Agency - ANA, basin committees), energy (National Agency of Electric Energy - ANEEL, National Electric System Operator - ONS), and sanitation (ANA, environmental agencies, local/regional supply services), with well-demarcated deliberative, technical and operational boundaries among them. Likewise, when it comes to municipal solid waste, different actors are involved in management aspects, such as the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) and the Ministry of the Environment and Climate Change, at the federal level, as well as state and municipal environmental agencies. This indicates that the rationality of public institutions is still compartmentalized and not dialogic, which results in the establishment of disconnected public policies, increasing the challenges of citizens' daily lives (Frey et al., 2020; Santiago, 2024).

3. The Tietê River Basin: Challenges to Resilience from the W-E-S Nexus Perspective

In this section, the W-E-S approach is illustrated considering the resilience of human systems perspective, by applying the framework to a particular Brazilian river basin, highlighting possible approaches for addressing issues already identified in the region.

The Tietê River Basin is located in the state of São Paulo, which is the most populated state in Brazil, with 44 million habitants (21.6% of the total population) (IBGE, 2010). A river basin is an environmental unit of interest for holistic management since it allows the analysis of the cities together with the rural and other areas that provide inputs – such as drinking water and energy – and also receive their outputs – e.g. sewage and landfills. In Brazil, the National Water Policy embraces this understanding and, along the same lines, the state of São Paulo defines 22 river basins as its own units for planning and management.

In order to identify elements of the W-E-S nexus in the Tietê River basin, the authors gathered data on water management, energy and sanitation aspects from official reports of the state of São Paulo, as well as management plans of the Tietê River basin.

The Tietê River extends for approximately 1,100 km, crossing the São Paulo state from its southeast region (city of Salesópolis, 15,635 inhabitants, in the Metropolitan Region of São Paulo), until the northwest of the state (city of Itapura, 4,357 inhabitants); there, its mouth flows into the Paraná river, which connects with other waterways of the country which are crucial for the export of grains (Johnsson & Kemper, 2005).

Therefore, this river is one of the most important in Southeastern Brazil, as it also provides basic services such as drinking water and energy for hundreds of cities. This means that this basin undertakes great impacts due to industrial production, mainly in the metropolitan region of São Paulo city, but also agricultural activities, in the western section of the basin.

The elements previously presented reflect the complex nature of the water-energy-sanitation dynamical system in this Hydrographic Basin, given the current socio-institutional-technical-environment configuration. Even though complexity usually implies natural uncertainty over future states of a dynamical system, a successful mapping favors the definition of controlling mechanisms towards desired behaviors (Poon & Grebogi, 1995). Thus, the following subsections present some relevant elements of each component of the W-E-S nexus for the study area.

3.1. The W-E-S Elements in Tietê River Basin

The Tietê River passes through 62 cities in the state of São Paulo. Moreover, the watersheds of Tietê and its main tributary, Piracicaba River, interlink four metropolitan regions of the state – São Paulo, Campinas, Sorocaba, and Piracicaba – which are home for more than 27 million

people. Regarding energy, the Tietê-Paraná hydric system is an important player for the national energy supply system, with 6 hydroelectric power plants in Tietê river and 5 in Paraná river.

The water and energy components of the W-E-S can be accurately explored from the two severe droughts that occurred in the last decade, in 2014-2016 and 2020-2022. Those events impacted the quality, continuity or expansion of water and energy supply services, offered through this triad of infrasystems (Escobar, 2015; Cohen, 2016; Reis et al., 2020).

In the 2014-2016 crisis, several municipalities, including those in metropolitan regions, had water supply shortages (Cavalcanti & Marques, 2016) and temporary measures were taken to enable water catchment below the dead volume of reservoirs (Soriano et al., 2016).

Extra efforts in water cleaning were required, especially as pollutants from untreated sewage upstream got more concentrated in a reduced river volume environment (Vasconcelos et al., 2019). The unresolved sanitation issue also led to ecological imbalance, leading to algal blooms and fish deaths, further aggravating the water quality issue and limiting the operability of the water dams (Vasconcelos et al., 2019).

Dynamical systems studies suggested that, even if significant rainfalls were to occur, the water system would not be able to return to the previous state in several years' time (Coutinho et al., 2015). In the 2020-2022 event, dry summer and winter seasons once again motivated the same concerns. This time, the Tietê watershed was severely impacted (BBC, 2021).

The 2020-2021 drought led to the interruption of the navigation in the Tietê-Paraná waterway, as well as water supply shortage in several municipalities in this watershed; there was also a forecast of energy supply shortages (blackouts) in the winter of 2022 (Vasconcelos, 2021), scenario that did not materialize because rains were abundant; on the other hand, flood-

related disasters were reported, in a vicious circle of socio-environmental unsustainability.

Although the second crisis in the region occurred only 4 years after the first, the actions remained mainly reactive, seeking to counter the water insufficiency and pollution only after the crisis was installed. This means that there is insufficient reflexivity in the management and regulatory institutions in charge and, at the same time, the current, compartmentalized, management approach has not been successful (Dryzek, 2014).

Regarding the sanitation element of the nexus, particularly the waste management subcomponent, municipalities of the Tietê river basin account for around 63% of the total municipal solid waste (MSW) generated in the state of São Paulo (São Paulo, 2022). Landfills are the most common disposal location, with a few exceptions. Still, several impacts on water bodies are reported, due to inadequate waste disposal on green areas and streets. In some regions, there is also concern about the impacts of mining and the use of fertilizers and pesticides on groundwater quality (FABH-SMT, 2016).

This is of particular importance, because the middle portion of the Tietê river is also a region where the Guarani aquifer, one of the most important in South America, is recharged. In the São Paulo state, 1/3 of the cities with over 40% of their areas in the aquifer discharge are located in the Tietê river basin (CETESB, n-d).

The organic fraction of Municipal Solid Waste represents an average of 45% of Brazilian MSW (Brazil, 2022b), and municipalities of the Tietê river basin present similar numbers. However, there is an absence of composting units in the basin (São Paulo, 2022), with only some small-scale initiatives promoting home composting (Liikanen et al., 2018).

Official background materials on waste management planning in Brazil as a whole and São Paulo state in particular encourage the adoption of centralized composting, with no regard to infrastructure to attend the demands of a city or

a city consortium (Siqueira, 2014; Brazil, 2022b). Decentralized composting was rarely addressed, usually disconnected to urban, peri-urban and rural agricultural systems, which could largely benefit from the compost use (Kiango & Amend, 2001).

Last but not least, regarding the “waste-energy” node of the nexus, the significant organic fraction of MSW could favor the adoption of Anaerobic Digestion (AD) plants for energy production, and thus increasing the diversity of the energy matrix. However, only a few AD plant initiatives are reported

in the country (Brazil, 2022b), none being in the basin. Also, the state has only three thermoelectric plants utilizing landfill biogas (Nascimento et al., 2019), all of them in the Tietê river basin.

Based on these discussions, Table 1 presents examples of nodes that can be identified when considering the W-E-S nexus.

Table 2 presents some of the discussed nodes and relations in the basin context, while Figure 2 depicts such nodes and relations.

Table 1 - Examples of elements (nodes) of the W-E-S nexus in the Tietê Basin River

Node type	Node number	Node name	Nexus element (sector)
T01	N01	Composting plants (centralized)	S
T01	N02	Landfills	S
T01	N03	Hydroelectric power plants	E
T01	N04	Anaerobic digestion plants	E
T01	N05	Thermoelectric plants	E
T02	N06	Drinking water quality	W
T02	N07	Drinking water supply	W
T02	N08	Groundwater quality	W
T02	N09	Groundwater availability	W
T02	N10	Energy supply	E
T03	N11	% of MSW sent to landfills	S
T02	N12	Landfill gas generation	S
T03	N13	National Basic Sanitation Policy	S
T03	N14	Universalization	S
T03	N15	Privatization	S
T04	N16	Consumers (Citizens)	W
T04	N17	Consumers (Citizens)	E
T04	N18	Consumers (Citizens)	S
T05	N19	Soil and water pollution	S
T05	N20	Droughts	W
T05	N21	Flood-related disasters	W

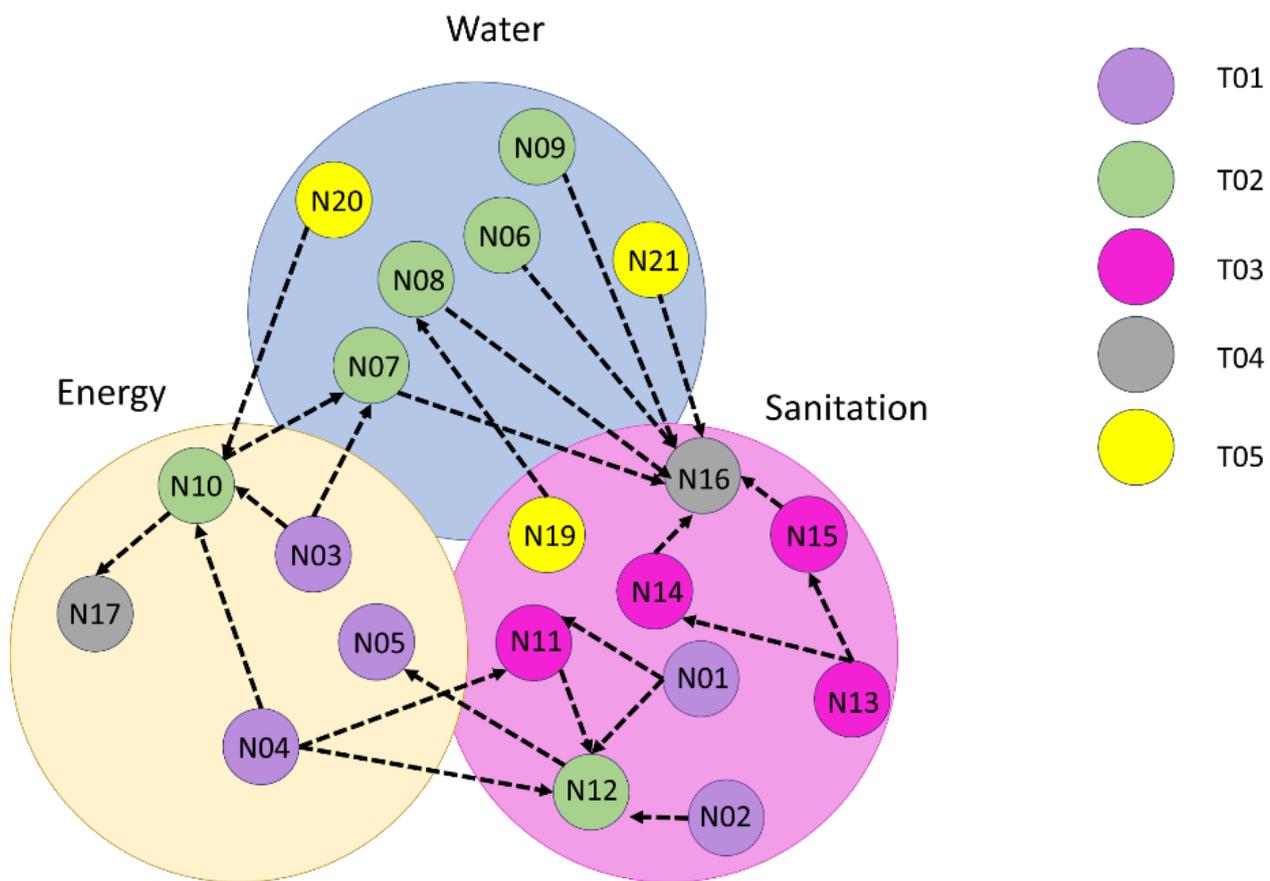
Note: CASTRO et al., 2024; adapted.

Table 2 - Examples of relations between nodes of the W-E-S nexus

Link	Node type	Node number	Nexus element (sector)	Node type	Node number	Nexus element (sector)
L01	T01	N01	S	T03	N11	S
L02	T01	N01	S	T02	N12	S
L03	T01	N02	S	T02	N12	S
L04	T01	N03	E	T02	N10	E
L05	T01	N03	E	T02	N07	W
L06	T01	N04	E	T03	N11	S
L07	T01	N04	E	T05	N10	E
L08	T01	N04	E	T02	N12	S
L09	T02	N06	W	T04	N16	W
L11	T02	N07	W	T04	N16	W
L12	T02	N08	W	T04	N16	W
L13	T02	N09	W	T04	N16	W
L14	T02	N10	E	T04	N17	E
L15	T02	N10	E	T02	N07	W
L16	T03	N11	S	T02	N12	S
L17	T02	N12	S	T01	N05	E
L18	T03	N13	S	T03	N14	S
L19	T03	N13	S	T03	N15	S
L20	T03	N14	S	T04	N16	W
L21	T03	N15	S	T04	N16	W
L22	T05	N19	S	T02	N08	W
L23	T05	N20	W	T05	N10	E
L24	T05	N21	W	T04	N16	W

Note: CASTRO et al., 2024; adapted.

Fig. 2 Examples of interactions between W-E-S nexus nodes



Note: CASTRO et al., 2024.

Further developments on the identification of nodes and node relations may help to identify hot spots in the dynamics among infrastructure elements, policies, actors and the aspects and impacts of such relationships, which might be captured by a particular set of indicators.

4. Final Notes

Resilience of cities and other human systems is a key aspect to tackle the most severe impacts that the current climate crisis recurrently poses to the world. However, being resilient was not the main objective of human cities systems, usually developed around aspects such as favorable geographical location (especially proximity to important resources), and short-term objectives regarding resources and productivity. Thus, making cities and other human systems resilient requires complex and transdisciplinary approaches which can be able to consider large numbers of diverse elements such as infrastructure, policies, actors and the aspects and impacts of their interactions.

In this article, the Water-Energy-Sanitation nexus is presented as a possible framework for analyzing these systems and planning more resilient cities and human systems. As a case study, the authors briefly introduced the most important River Basin in Southeastern Brazil and, mainly focusing on two extreme events, explored how the nexus can be a viable framework to plan on transdisciplinary contexts.

The massive and uncontrolled urbanization in progress in most Brazilian cities reveals great management challenges considering the W-E-S nexus. The studied case, the Tietê River Basin, additionally includes a complex system of water reservoirs for water and energy supply (Johnsson & Kemper, 2005; Tundisi et al., 2008) – resulting in an interesting and representative Global South case study for the proposed framework.

Considering the above mentioned, this essay marks the start of an exercise which will be continued by taking into account further data regarding W-E-S nexus elements in the Tietê River Basin as well as in other regions. The presented

results indicate that a framework such as the W-E-S nexus can help urban planners, decision makers and other actors understand their articulations and work together towards city resilience.

5. Acknowledgments

The authors thank Deljana Iossifova, Luciana Ziglio, Eric Cheung, Ulysses Sengupta and Arthur Valencio for the contributions on the conception of the Nexus, developed during the Workshop 'Towards Healthy Brazil', 19-23 July 2021, funded by the British Council, grant number 2019-RLWK11-10693 and FAPESP (São Paulo Research Foundation), grant number 2019/17507-7. N.V. thanks FAPESP, grant number, 2022/09136-1, and CNPq, Research Productivity Fellowship, grant number 316828/2023-8 .

6. References

ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J.A. Justiça ambiental e cidadania. In *Justiça ambiental e cidadania*; 2004; pp. 315-315.

BECK, U. *A metamorfose do mundo: novos conceitos para uma nova realidade*. Rio de Janeiro, Zahar, 2018.

BBC. A catastrófica reação em cadeia à seca do rio Paraná. September 6, 2021. Available at: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58441586>

BRAZIL. 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 nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 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*, nº 5, seção 1, p. 3-7. 2007.

BRAZIL. Ministério das Cidades. Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS). *Esgotamento Sanitário*. 2022a. Available at: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es> .

BRAZIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos–Planares. Brasília, DF: MMA, 209p. 2022b.

BROUWER, F.; AVGERINOPOULOS, G.; FAZEKAS, D.; LASPIDOU, C.; MERCURE, J.-F.; POLLITT, H.; RAMOS, E.P.; HOWELLS, M. Energy modelling and the Nexus concept. *Energy Strategy Reviews* 2018, 19, 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.10.005>.

CASTRO, M. A. S., VALENCIO, N., IOSSIFOVA, D., SANTIAGO, C. D., ZIGLIO, L., VALENCIO, A., PUGLIESI, E., GONÇALVES, J., CHEUNG, E., SENGUPTA, U. An experiment in transdisciplinary systems mapping: architecture and the water–energy–sanitation nexus in Brazil. *Architecture*, v. 4, n. 1, p. 73-88, 2024. <https://doi.org/10.3390/architecture4010006>

CAVALCANTI, B.C. MARQUES, G.R.G. Recursos hídricos e gestão de conflitos: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 15(1), 4-16, 2016. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v15n1.2016.78411>

CETESB–São Paulo Environmental Company. Águas Subterrâneas. Aquífero Guarani. n-d. Available at: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/aquifero-guarani/>

CHEN, S.; CHEN, B. Urban energy–water nexus: A network perspective. *Applied Energy*, Volume 184, 15 December 2016, p. 905-914.

CHEN, B.; LU, Y. Urban nexus: A new paradigm for urban studies. *Ecological Modelling* 2015, 318, 5-7, 504, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.10.010>

COHEN, D. A. The Rationed City: The Politics of Water, Housing, and Land Use in Drought-Parched São Paulo. *Public Culture*, 28(2), 261–289, 2016.

COUTINHO, R.M.; KRAENKEL, R.A.; PRADO, P.I. Catastrophic Regime Shift in Water Reservoirs and São Paulo Water Supply Crisis. *PLoS One*, 10(9), 2015.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138278>.

CUSTÓDIO, V. A Crise Hídrica na Região Metropolitana de São Paulo (2014-2015). *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)* 2015, 19, <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.102136>.

DAIGGER, G.T. Evolving Urban Water and Residuals Management Paradigms: Water Reclamation and Reuse, Decentralization, and Resource Recovery. *Water Environment Research*, 2009, 81, 809-823, <https://doi.org/10.2175/106143009X425898>

DRYZEK, J. Institutions for the Anthropocene: Governance in a Changing Earth System. *British Journal of Political Science*, Available on CJO 2014, <https://doi.org/10.1017/S0007123414000453>.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Energy Research Office). BEN (Brazil Energy Balance) 50 years. Available at: <https://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/BEN%2050%20years.pdf>.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Energy Research Office). Disponibilidade Hídrica e Usos Múltiplos. (Online) 2018. Available at: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Disponibilidade%20Hidrica%20e%20Usos%20Multiplos.pdf>

ESCOBAR, H. Drought triggers alarms in Brazil's biggest metropolis. *Science*, 347(6224), 812, 2015.

FABH-SMT - Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê. PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA 2016-2027. Relatório I – Informações Básicas. DIAGNÓSTICO, Versão 01. 2016. 105 p. Available at: <https://sigrh.sp.gov.br/crh/planodebaciashidrograficas>.

FREITAS, T. C. D., SANT'ANNA, E. M. E., GUEDES, C. D., FERREIRA, T. C. R., GUARDA, V. L. D. M., JARDIM, F. A. Análise quantitativa e toxicológica de uma floração de cianobactérias na lagoa do Gambá em Ouro Preto, MG e

- uma síntese da ocorrência de florações de cianobactérias no Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 17(3), 17-28, 2012.
- FREY, K.; GUTBERLET, J.; RAMOS, R.F.; ANJOS, L.A.P. ODS 17: Parcerias e meios de implementação. In: FREY, K.; TORRES, P.H.C.; JACOBI, P.R.; RAMOS, R.F. (org.). *Objetivos do desenvolvimento sustentável: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista*. Santo André: Ed. da Universidade Federal do ABC, 2020. p.274-288.
- HELLER, L.; NASCIMENTO, N. O. Pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 2005, 10, 24-35.
- HOFSTAETTER, M. Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais - PPGÉUR. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2016 (Dissertação de Mestrado). Available at: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22145/1/MoemaHofstaetter_DISSERT.pdf
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. População.
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook 2020*. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a72d8abf-de08-4385-8711-b8a062d6124a/WEO2020.pdf>
- JATOBÁ, S. U. S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)*, n. 5, jun. 2011. pp. 141-148.
- JOHANSSON, R. M. F.; KEMPER, K. E. INSTITUTIONAL AND POLICY ANALYSIS OF RIVER BASIN MANAGEMENT: The Alto-Tietê River Basin, São Paulo, Brazil. *World Bank Policy Research Working Paper 3650*, June 2005.
- JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, 4(8), 126-143, 1990.
- KIANGO, S.; AMEN, J. Linking (Peri-)urban Agriculture and Organic Waste Management in Dar es Salaam. In: DRECHSEL, P.; KUNZE, D. *Waste composting for urban and peri-urban agriculture: closing the rural-urban nutrient cycle in sub-Saharan Africa*. Wallingford, UK: CABI Publishing. p. 115-128. 2001.
- LIIKANEN, M.; HAVUKAINEN, J.; VIANA, E.; HORTTANAINEN, M. Steps towards more environmentally sustainable municipal solid waste management - A life cycle assessment study of São Paulo, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, Volume 196, 2018, Pages 150-162, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.005>.
- LISBOA, S.S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R.B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 2013, 18, 341-348, <https://doi.org/10.1590/s1413-41522013000400006>.
- LUCIANO, S. C. As Macrófitas Aquáticas *Eichornia Azurea* (kunt) e *Brachiaria Arrecta* (Stent) como Armazenadores de Nitrogênio e Fósforo na Região Inundável do Rio Taquari (Zona de Desembocadura na Represa de Jurumirim- São Paulo). *Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental*. EESC/USP, 1996.
- MACHADO, M. H. F. Urbanização e sustentabilidade ambiental: questões de território. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n. 3, p. 81-95, 2000.
- MONTE-MÓR, R. L. M. Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, Milton et. al. (orgs.) *Território, globalização e fragmentação*. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994. pp. 169-181.
- MORIN, E. Os desafios da complexidade. MORIN E, organizador. *A religação dos saberes. O desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Editora 498 Bertrand Brasil 2001, 559-567.
- MORIN, E. On complexity. *Creskill*, NJ: Hampton Presse, 2008.

- NASCIMENTO, M. C. B., FREIRE, E. P., DANTAS, F. A. S., GIANANTE, M. B. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.24 n.1, jan/fev, p. 143-155, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019171125>
- OLIVEIRA, S.C.; SPERLING, M. V. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 12 (4), 389-398, 2007.
- ORNER, K. D.; MIHELICIC, J. R. A review of sanitation technologies to achieve multiple sustainable development goals that promote resource recovery. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 2018, 4, 1, 16 - 32. <http://dx.doi.org/10.1039/C7EW00195A>
- PINTO, J. L. Potencialidades da infraestrutura verde para a cidade do Rio de Janeiro. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021. 227 f. il., 2021. <http://dx.doi.org/10.22409/PPGAU.2021.m.09868595754>
- POON, L.; GREBOGI, C. Controlling complexity. *Physical Review Letters* 75(22), 4023-4026, 1995.
- REIS, G. A., SOUZA FILHO, F. A., NELSON, D. R., ROCHA, R. V., SILVA, S. M. O. Development of a drought vulnerability index using MCDM and GIS: study case in São Paulo and Ceará, Brazil. *Natural Hazards*, 104(2), 1781-1799, 2020.
- SANTIAGO, C. D. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: um olhar sobre a governança. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, Brasília, n. 31, p. 117-125, jan./jun. 2024. <http://dx.doi.org/10.38116/brua31art9>
- SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado; Hucitec: São Paulo 1988.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Inventário Estadual De Resíduos Sólidos Urbanos 2021. 82p. 2022.
- SHARMA, H. B.; VANAPALLI, K. R.; SAMAL, B.; CHEELA, V. R. S.; DUBEY, B. K.; BHATTACHARYA, J. Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery, *Science of The Total Environment*, 2021, 800, 149605, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149605>
- SIQUEIRA, T. M. O. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 138 f. 2014.
- SORIANO, E.; LONDE, L.R.; GREGORIO, L.T.; COUTINHO, M.P.; SANTOS, L.B.L. Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres. *Ambiente & Sociedade*, 19(1), 21-40, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150120R1V1912016>
- TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PARESCHI, D. C., LUZIA, A. P., VON HAELING, P. H., FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 159-172, 2008.
- VASCONCELOS, N.A.; JOHNSON, R.M.F.; RIBEIRO, N.B. Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 16, e14 (2019). <https://doi.org/10.21168/reg.v16e14>
- VASCONCELOS, Y. Sob o risco de escassez. *Pesquisa Fapesp*, November, 29, 2021. Available at: <https://revistapesquisa.fapesp.br/sob-o-risco-da-escassez/>

RESUMOS
RESUMOS
RESUMOS
RESUMOS
RESUMOS
RESUMOS
RESUMOS

*EFEITO DA INTRODUÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO SOBRE
A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO DE CASO NUMA
ÁREA URBANA EM JUIZ DE FORA, MG*

Leonardo Leon Leite Moreira - Mestre em Engenharia Urbana (2024)

*CONTRIBUIÇÃO PARA AMPLIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE
ARQUITETOS E URBANISTAS NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE
ÁGUAS PLUVIAIS*

Geovana Geloni Parra - Doutora em Engenharia Urbana (2022)

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO SOBRE A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO DE CASO NUMA ÁREA URBANA EM JUIZ DE FORA, MG

EFFECT OF THE INTRODUCTION OF DETENTION BASINS ON STORMWATER DRAINAGE: CASE STUDY IN AN URBAN AREA IN JUIZ DE FORA, MG

MOREIRA, L. L. L.¹; COSTA, D. J. L.²

Resumo

O modo como ocorre o desenvolvimento urbano das cidades geralmente acarreta grandes alterações do meio físico, como o aumento das demandas de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e a alteração da superfície natural. Com o processo de urbanização, as superfícies dos centros urbanos tendem a se tornarem impermeáveis, o que altera o ciclo hidrológico natural da água. Com o aumento dos índices de escoamento superficial gerado por esta impermeabilização, há a necessidade de implantação de sistemas de manejo de águas pluviais mais robustos e complexos. Devido aos cenários recorrentes de inundações observadas ao longo dos últimos anos, as discussões sobre drenagem urbana têm se tornado frequentes, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. Nestas discussões, conceitos sustentáveis de drenagem urbana têm ganhado destaque, onde tem sido realizadas inúmeras pesquisas sobre a sua aplicação. Porém, ainda se percebe que existem desafios a serem superados para compreendermos melhor o uso de técnicas mais sustentáveis que buscam restituir, de certa maneira, o ciclo natural das águas. Diante deste cenário, este trabalho visa aplicar a modelagem hidrológica em uma área de reconhecida vulnerabilidade social no município de Juiz de Fora-MG, suscetível a inundações recorrentes. Mesmo tendo uma ocupação urbanizada, esta área, distante do centro urbano do município, tem sofrido poucas ações por parte do poder público, similar ao que ocorre em muitas áreas vulneráveis no Brasil. Através da utilização de um modelo pré-definido, espera-se simular a aplicação de bacias de retenção na área em questão, como também a aplicação de técnicas mais convencionais, a fim de avaliar o impacto gerado no sistema de macrodrenagem local. Após a realização das simulações propostas, espera-se obter, a título de comparação, uma relação entre os custos de implantação, manutenção e operação destas abordagens.

Palavras-chave: Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável; Bacias de Detenção; Modelagem Hidrológica; Modelo de Gerenciamento de Águas Pluviais.

Data da Defesa:
10 de maio de 2024
Publicação na Revista:
19 de dezembro de 2024

¹ MOREIRA, L. L. L. - Leonardo Leon Leite Moreira. Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (PPGEU-UFSCar), leonardoleonleite@gmail.com

² COSTA, D. J. L. - Daniel Jadyr Leite Costa. Professor Doutor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), daniel.costa@ufscar.br (ORIENTADOR)



Abstract

The way urban development occurs in cities generally leads to major changes in the physical environment, such as increased demands on natural resources, environmental degradation, and alteration of the natural surface. With the process of urbanization, the surfaces of urban centers tend to become impervious, which alters the natural hydrological cycle of water. With the increase in surface runoff rates generated by this sealing, there is a need to implement more robust and complex stormwater management systems. Due to the recurrent flooding scenarios observed in recent years, discussions on urban drainage have become frequent, especially in developing countries such as Brazil. In these discussions, sustainable approaches to urban drainage have gained prominence, and much research has been conducted on their application. However, it is still clear that there are challenges to be overcome to better understand the use of more sustainable techniques that seek to restore, in some way, the natural water cycle. Given this scenario, this work aims to apply hydrological modeling in an area of recognized social vulnerability in the municipality of Juiz de Fora-MG, susceptible to recurrent flooding. Despite having an urbanized occupation, this area, far from the urban center of the municipality, has suffered few actions by public authorities, as happens in many vulnerable areas in Brazil. Using a predefined model, it is expected to simulate the application of detention basins in the area in question, as well as the application of more conventional techniques, to evaluate the impact generated on the local macrodrainage system. After carrying out the proposed simulations, it is expected to obtain, by way of comparison, a relationship between the implementation, maintenance, and operating costs of these approaches.

Keywords: Sustainable Urban Drainage Systems; Detention Basins; Hydrological Modeling; Storm Water Management Model.

COMO CITAR:

MOREIRA, Leonardo Leon Leite. Efeito da introdução de bacias de retenção sobre a drenagem de águas pluviais: estudo de caso numa área urbana em Juiz de Fora, MG. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/20174>.

CONTRIBUIÇÃO PARA AMPLIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE ARQUITETOS E URBANISTAS NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS

CONTRIBUTION TO EXPANDING TRAINING OF ARCHITECTS AND URBAN PLANNERS IN SUSTAINABLE MANAGEMENT OF RAINWATER

PARRA, G.G.¹; TEIXEIRA, B. A. N.², MASIERO, E.³

Resumo

É importante que as cidades acompanhem as evoluções tecnológicas que possibilitam um planejamento urbano mais sustentável. Apesar das atribuições profissionais definidas pela Lei Federal nº12.378 de 31 de dezembro de 2010, que regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo, o número de profissionais habilitados e experientes para lidar com ações de projetos e planejamento integrados ao manejo sustentável de águas pluviais ainda é restrito no Brasil. Tendo em vista que muitos arquitetos e urbanistas entram para o mercado de trabalho sem ter conhecimento suficiente para este tipo de planejamento, é fundamental que os cursos de Arquitetura e Urbanismo contemplem em sua grade curricular o estudo do manejo sustentável das águas pluviais, ao invés de apenas os processos de drenagem convencional. O presente trabalho objetiva analisar e discutir como o manejo sustentável de águas pluviais urbanas tem sido abordado na formação de Arquitetos e Urbanistas em âmbito nacional e propor diretrizes para sua incorporação na formação de profissionais qualificados. O método de trabalho consiste na revisão da literatura acerca do tema, na verificação das experiências de cursos de Arquitetura e Urbanismo nacionais e internacionais, e na identificação de profissionais que estejam atuando como professores em Universidades. Como resultados foram encontrados 2 cursos que abordam conceitos LID e WSUD dentro de sua grade curricular e 13 cursos que abordam Infraestrutura Verde, ademais foi verificada uma diferença dentro da estrutura de formação dos cursos internacionais com os cursos brasileiros, estes apresentando uma formação muito mais generalista. Após a compreensão de todos os resultados das análises dos planos pedagógicos dos cursos foi possível elaborar sugestão de diretrizes e planos de ensino que contemplem o manejo mais sustentável de águas pluviais integrado a Arquitetura e Urbanismo. Essas sugestões foram divididas em 5 grandes áreas: Projeto de Arquitetura; Projeto de Urbanismo; Planejamento Urbano; Projeto de Paisagismo e Áreas Tecnológicas. Por fim é importante concluir que é necessário a incorporação de conteúdos nas grades curriculares principalmente relacionados a hidrologia, que os professores sejam capacitados para poder ensinar esse conceito de planejamento integrado ao manejo de águas pluviais e que as referências bibliográficas utilizadas sejam atualizadas para que agreguem conceitos mais sustentáveis.

Palavras-chave: Manejo de Águas Pluviais; Arquitetura e Urbanismo; Ensino de Arquitetura e Urbanismo; Planejamento Urbano Sustentável e Arquitetura da Paisagem.

¹ PARRA, G. G. - Geovana Geloni Parra. Doutora em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (PPGEU-UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3281-7018>, geovana.parra@ufms.br

² TEIXEIRA, B. A. N. - Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira. Professor Doutor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4924-1281>, bernardo@ufscar.br (ORIENTADOR)

³ MASIERO, E. - Érico Masiero. Professor Doutor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8665-335X>, erico@ufscar.br (COORIENTADOR)

Data da Defesa:

02 de maio de 2022

Publicação na Revista:

19 de dezembro de 2024



Abstract

It is important that cities keep up with technological developments that enable more sustainable urban planning. Despite the professional attributions defined by Brazilian Federal Law No. 12,378 of December 31, 2010, which regulates the practice of Architecture and Urbanism, the number of qualified and experienced professionals to deal with project and planning actions integrated to the sustainable management of rainwater is still restricted in Brazil. Considering that many architects and urban planners enter the job market without having sufficient knowledge for this type of planning, it is essential that Architecture and Urbanism courses include in their curriculum the study of sustainable management of rainwater, instead of only conventional drainage processes. The present work aims to analyze and discuss how the sustainable management of urban rainwater has been addressed in the training of Architects and Urbanists at the national level and to propose guidelines for its incorporation in the training of qualified professionals. The work method consists of reviewing the literature on the subject, verifying the experiences of national and international Architecture and Urbanism courses, and identifying professionals who are working as professors in universities. As a result, 2 courses were found that address LID and WSUD concepts within their curriculum and 13 courses that address Green Infrastructure, in addition, a difference was found within the training structure of international courses with Brazilian courses, these presenting a much more generalist training. After understanding all the results of the analysis of the pedagogical plans of the courses, it was possible to elaborate a suggestion of guidelines and teaching plans that contemplate the most sustainable management of rainwater integrated with Architecture and Urbanism. These suggestions were divided into 5 major areas: Architectural Design; Urbanism Project; Urban planning; Landscaping and Technological Areas Project. Finally, it is important to conclude that it is necessary to incorporate content into curriculum, mainly related to hydrology, that teachers are trained to be able to teach this concept of integrated planning to rainwater management and that the bibliographic references used are updated so that they add concepts more sustainable.

Keywords: Stormwater Management; Architecture and Urbanism; Teaching of Architecture and Urbanism; Sustainable Urban Planning and Landscape Architecture.

COMO CITAR:

PARRA, Geovana Geloni. Contribuição para ampliação da formação de arquitetos e urbanistas no manejo sustentável de águas pluviais. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16381>.