

Licença



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Fonte:

<https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/553>. Acesso em: 21 mar. 2024.

ROMERO, Marta Adriana Bustos (org.). **O futuro sustentável das cidades**: abordagens múltiplas.

Brasília: LaSUS FAU: Editora Universidade de Brasília, 2024. p. 369. Disponível em:

<https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/553>. Acesso em: 21 mar. 2024.

O futuro sustentável das cidades

abordagens múltiplas

*Organização:
Marta Romero*



Reitora	<i>Márcia Abrahão Moura</i>
Vice-Reitor	<i>Henrique Huelva Unternbäumen</i>
Decana de Pesquisa e Inovação	<i>Maria Emília Machado Telles Walter</i>
Decano de Pós-Graduação	<i>Lúcio Remuzat Rennó Junio</i>



Diretor da FAU	<i>Caio Frederico e Silva</i>	Revisores dos Artigos	<i>Daniela Rocha Werneck</i>
Vice Diretora da FAU	<i>Maria Cláudia Candeia de Souza</i>		<i>Gustavo de Luna Sales</i>
Coordenadora de Pós-Graduação	<i>Carolina Pescatori Candido da Silva</i>		<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>
Coordenador do LaSUS	<i>Caio Frederico e Silva</i>		<i>Lucídio Gomes Avelino Filho</i>
Organizadores	<i>Marta Adriana Bustos Romero</i>		<i>María Eugenia Martínez Mansilla</i>
	<i>Caio Frederico e Silva</i>		<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>
	<i>Gustavo de Luna Sales</i>	Capa	<i>Renacha Silva Batista</i>
	<i>Éderson Oliveira Teixeira</i>	Diagramação	<i>André Eiji Sato</i>
	<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>	Revisão Textual	<i>Lucas Correia Aguiar</i>
	<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>		<i>Marcos Eustáquio de Paula Neto</i>
	<i>Valmor Cerqueira Pazos</i>	Conselho Editorial	<i>Erondina Azevedo de Lima</i>
	<i>Rejane Martins Viegas de Oliveira</i>		<i>Teresa Alexandra Gonçalves dos Santos Silva</i>
	<i>Thiago Montenegro Góes</i>		<i>Abner Luis Calixter</i>
Coordenação de Produção	<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>		<i>Eleudo Esteves de Araujo Silva Junior</i>
	<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>		<i>Lenildo Santos da Silva</i>
			<i>Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa</i>

Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores

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

O Futuro sustentável das cidades [livro eletrônico] : abordagens múltiplas / organização Marta Romero. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora Universidade de Brasília, 2024.
PDF

Vários autores.
Vários organizadores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-84854-35-2

1. Cidades inteligentes 2. Espaços urbanos
3. Planejamento urbano 4. Sustentabilidade
I. Romero, Marta.

24-194870

CDD-307.76

Índices para catálogo sistemático:

1. Cidades inteligentes : Planejamento : Sociologia
urbana 307.76

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

O futuro sustentável das cidades

abordagens múltiplas

Organização

Marta Romero

Caio Silva

Gustavo Sales

Éderson Teixeira

Paula Albala

Júlia Herszenhut

Valmor Pazos

Rejane de Oliveira

Thiago Goés

Brasília, 2024

Autores

Alice Araújo Marques de Sá	José Marcelo Martins Medeiros
Ana Luísa Oliveira da Silva	Julyene Fernandes Alkmim
Andréa dos Santos Moitinho	Karina Artuso Takaki
Andrey Rosenthal Schlee	Liza Maria de Souza Andrade
Bruna Karoline da Silva	Lucídio Gomes Avelino Filho
Ana Carolina Cordeiro Correia Lima	Mariana Lisboa Tanaka
Bruna Pacheco de Campos	Marcelo de Andrade Romero
Caio Frederico e Silva	Marta Adriana Bustos Romero
Caio Monteiro Damasceno	Priscila Mengue
Daniel Richard Sant'Ana	Roberta Consentino Kronka Mülfarth
Eduarda Gazola Aguiar	Rodrigo Studart Corrêa
Gabriela Santana do Vale	Rômulo José da Costa Ribeiro
Gustavo Macedo de Mello Baptista	Sofia Soriano Cochamanidis
João da Costa Pantoja	Thiago Montenegro Góes



PREFÁCIO

Marta Romero

*Professora Titular
Coordenadora Reabilita*

Reabilitação Ambiental Sustentável

Entender o que a cidade nos diz, o que sua materialidade representa, para onde norteia, requer um exercício cotidiano de interpretação de uma realidade sempre mutante, por aqueles que a projetam e pelos que a habitam. A reabilitação urbana, que nos remete aos conceitos de regeneração, recuperação, restituição do material envolve uma travessia para o desenvolvimento de estratégias de adaptação, muito diferentes entre si, que prolongam o tempo para recordar, ressignificar, adaptar e, talvez, recobrar o intangível da autoestima da cidade e do seu habitante. Algo que a mera substituição do antigo pelo novo não permite. A reabilitação (como os leitores poderão apreciar nos capítulos que seguem) precisa dessa transformação estratégica na correção de situações de inadequação urbana, sejam elas ambientais, urbanísticas ou arquitetônicas.

A estruturação do espaço urbano e as formas de desenvolvimento e expansão do tecido na cidade merecem atenção no planejamento urbano de médio e longo prazos, quando a meta é minimizar as consequências das mudanças climáticas. As áreas urbanizadas, devido a sua configuração espacial, apresentam-se densas (especialmente de construções) e, além de capturar mais energia radiativa, possuem solos mais secos e impermeáveis. Tudo isso, por vezes aliado à ineficiência de algumas construções, pode acarretar um alto gasto de energia para as atividades humanas. A forma de ocupação da periferia, com baixa densidade, mas com grandes áreas pavimentadas e a supressão da vegetação (provocando o que se pode chamar de desbalanço de energia nas cidades, com a parcela de calor latente diminuindo cada vez mais) requer criatividade e conhecimento para pensar em estratégias de mitigação e adaptação.

Construções ineficientes, aumento de energia radiativa, impermeabilidade do solo e muitos outros elementos promotores do desbalanço de energia na cidade fornecem, a meu ver, argumentos válidos para intervenção e tratamento do espaço público como espaço de amenidade climática, onde as pessoas podem descansar e recuperar-se dos extremos climáticos.

A causa das mudanças climáticas é, fundamentalmente, a emissão de gases formadores do efeito estufa na atmosfera, especialmente o dióxido de carbono (CO₂) decorrente da realização de atividades humanas. Uma das principais fontes de liberação

de CO₂ é a produção de energia elétrica que, nas cidades, é utilizada para resfriamento, e cujas demandas, podemos prever, serão cada vez maiores ao longo deste século. A mitigação das mudanças climáticas visa amenizar ou interromper esse ciclo, por meio da redução ou prevenção da emissão dos gases de efeito estufa, ou sua remoção da atmosfera. Porém, vale lembrar que o VI Relatório do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) aponta que, mesmo com ações mitigadoras, o aumento dos episódios de calor extremo continuará (IPCC, 2023)¹.

Estima-se que, à medida que as mudanças climáticas gerem ondas de calor mais intensas e frequentes, a habitabilidade humana nas áreas urbanas será fortemente afetada pelas ondas de calor extremo e temperaturas elevadas: nesse sentido, caso o ritmo acelerado de urbanização continue, tornam-se fundamentais a proposição e a implementação de estratégias de desenvolvimento e reabilitação urbana para amenizar esses efeitos.

A manutenção de vegetação arbórea em parques urbanos, unida à arborização nas vias, formando uma rede de infraestrutura verde na cidade, é uma estratégia que cria um efeito oásis durante as ondas de calor. Também têm efeito as estratégias para adaptação ao calor dentro do conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que envolvem a utilização de uma série de infraestruturas com a finalidade de gerar benefícios para a cidade a partir do uso de recursos naturais. Face a essa situação, podemos pressupor que as duas crises globais que nos afetaram recentemente – as mudanças climáticas e a crise de saúde pública no contexto da covid-19 – podem estar interconectadas e, assim, passa a ser tarefa do urbanista a busca de soluções, a partir da pesquisa sobre os efeitos diretos do ar poluído das cidades na saúde das pessoas, deixando mais um alerta para desacelerar os impactos humanos sobre o planeta. O trabalho em casa veio para ficar e se, depois da covid-19, aumentarem as conexões digitais, os edifícios terão de apresentar espaços seguros, com *layouts* menos densos, com mais ar fresco, melhores sistemas de filtragem de ar, mais luz solar e mais interação com o ar livre e saudável das cidades. As pessoas

¹ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth 102 Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. 2022b. Disponível em: Acesso: 04/12/2023.

precisarão sentir-se seguras de que os espaços estão limpos, sem risco de contágio por meio de superfícies, com controle para infecção transmitida pelo ar, prevenindo, diluindo e removendo o ar contaminado para que, assim, além de seguros, os usuários se sintam mais confortáveis, tal como recomendado no bioclimatismo.

Vejamos um exemplo. À medida que são eliminadas, mesmo que parcialmente, as Ilhas de Calor Urbanas (ICU), podemos melhorar a ventilação e, então, contribuiremos para a oferta de espaços mais saudáveis à população. A ventilação natural é a principal estratégia arquitetônica de favorecimento da salubridade, qualidade do ar, conforto ambiental e eficiência. Por ser uma estratégia arquitetônica passiva, para o seu funcionamento, não são necessários artifícios que consumam energia, evidenciando que a ventilação natural possui relação direta com a sustentabilidade do espaço construído.

Para o desenvolvimento de estratégias como essas, defendemos uma abordagem analítica sistêmica, que examine o edifício e a cidade em toda sua complexidade, atenta, entre outros aspectos, às sensibilidades do lugar, aos impactos do construído no meio natural, ao tipo de malha urbana existente ou a ser criada, às especificidades topográficas do lugar e à sua capacidade de modelar e de filtrar o passo das energias naturais, incluindo a presença de água e vegetação no tecido urbano.

As cidades contemporâneas que se pautam por modelos de dispersão e fragmentação urbanas, associadas a fatores como obsolescência dos espaços e segregação espacial (a exemplo da ênfase ao deslocamento viário em detrimento da acessibilidade pedestre e do domínio público dos espaços) requer conceber a cidade não apenas como um sistema de produção econômica e espacial, de satisfação pessoal e comunitária mas também como um sistema em que os lugares e as pessoas se identificam em uma dinâmica cotidiana. A relação com o entorno exige alta eficiência de integração física e perceptiva a fim de propiciar a emergência de um sentimento de bem-estar e segurança. Nesse contexto, as cidades sustentáveis se fazem essenciais à permanência humana e à sua qualidade de vida futura.

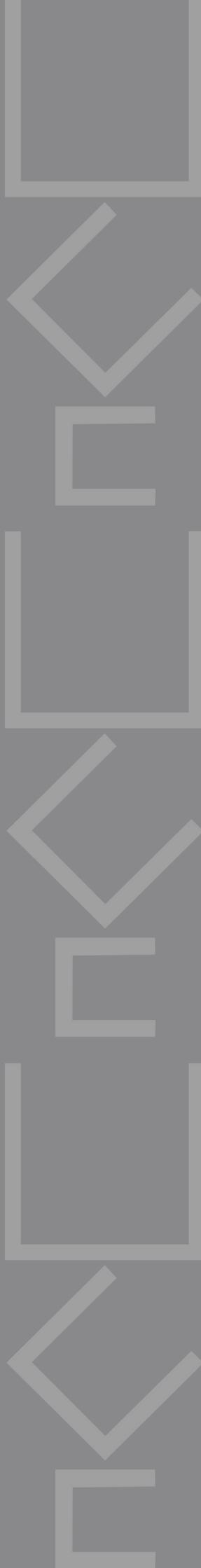
Atingir essa integração e qualidade de vida demanda ações de **reabilitação ambiental sustentável** que incorporem à dinâmica da paisagem urbana a mutabilidade dos espaços, a equidade social, a eficiência energética, e, assim, otimizem os recursos dos sistemas cíclicos, da valoração cultural, histórica e regional, entre outros elementos. As complexas inter-relações que esses elementos tecem entre si devem ser levadas em consideração se não queremos correr o risco de sofrer os danos advindos da falta de conservação dos materiais nos espaços, e até, em alguns casos mais graves, perdas ambientais e de vidas. Quando a necessidade de restauração passa a ser obrigatória, as perdas materiais, bem como as perdas energéticas já estão consumadas e, em muitos casos, a reposição de partes da edificação só será possível à custa da introdução massiva de energia nos processos construtivos e, portanto, a um elevado custo humano e financeiro.

Cada vez mais, a atuação de profissionais do urbano depara com a necessidade de intervenção no pré-existente. Uma atitude de preservação e coerência em relação ao pré-construído é fundamental para a manutenção de nossa identidade e memória, mas também incide em questões legais, econômicas e de sustentabilidade do ambiente construído. Preservar é atuar para garantir a conservação e a autenticidade das edificações, o que implica a reabilitação das relações de escala, dos espaços urbanos e seus usos, além da preservação daquilo que não é material, mas que se construiu ao longo dos anos e que se afirma como tradição e costume local, configurando o patrimônio imaterial da cidade. A reabilitação constitui uma das vias mais promissoras para a correção de situações de inadequação funcional, proporcionando, primeiro, a melhoria da qualidade térmica e das condições de conforto aos habitantes; permitindo, segundo, reduzir o consumo de energia para aquecimento, resfriamento, ventilação e iluminação; e contribuindo, por último, para o objetivo estratégico de redução das necessidades energéticas do país, o que possibilita, em muitas situações, a correção de certas patologias e da degradação nos edifícios.

Num projeto de reabilitação, deve-se trabalhar com critérios de qualidade setoriais, tais como uso do solo, a configuração espacial e arquitetônica, a circulação viária e o estacionamento. Muitos edifícios significativos no cenário urbano exigem intervenções

de fundo que visem melhorar as suas características de habitabilidade e, havendo sido, praticamente todos eles, construídos antes da existência de normas, apresentam uma deficiência em qualidade, que se traduz, essencialmente, no emprego de envolventes insatisfatórias. A perda dos espaços públicos (não adotados como partido de projeto e planejamento), sua privatização, a destruição da consistência do tecido urbano que apresenta pouca ou nenhuma relação com o entorno e a segregação espacial das cidades, assim como a fragmentação e confusão estrutural da malha urbana, fazem necessária a organização da paisagem no espaço, entendida como resultado de toda atividade sensorial humana que representa a mediação entre si e o ambiente. É assim que a paisagem se constitui como instrumento e linguagem da expressão cultural.

A reabilitação, como poderão apreciar nos capítulos que seguem, implica desenvolver estratégias diversas e de adaptação, muito diferentes entre si, tanto quanto a abordagem dos valores e os tipos de patrimônio hoje considerados, seja natural, arquitetônico ou urbano.



APRESENTAÇÃO

Roberta Kronka

“O futuro sustentável das cidades: abordagens múltiplas” traz temáticas fundamentais para uma reflexão responsável sobre as cidades contemporâneas. Independentemente da dimensão da cidade ou da escala da abordagem apresentada, no âmbito do edifício, do espaço urbano ou até mesmo no domínio da gestão urbana, o livro apresenta, em treze artigos, conteúdos atuais que refletem constatações, preocupações e proposições de extrema relevância para as nossas cidades.

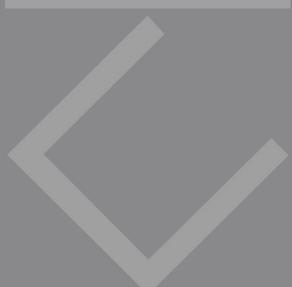
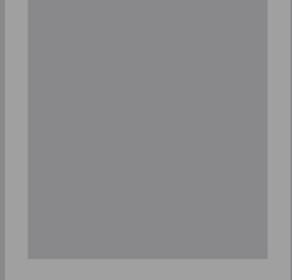
Esta publicação surgiu no contexto da 11ª edição do Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – REABILITA, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG-FAU) da Universidade de Brasília (UnB). A temática do livro contribui para a formação contínua dos profissionais envolvidos com os processos de reabilitação, sustentabilidade, preservação do patrimônio construído e do meio natural. Organizado em 3 eixos – Bioclimatismo e projeto arquitetônico, Espaço urbano e sustentabilidade, e A natureza como recurso de projeto – este livro resulta, portanto, de uma compilação dos melhores trabalhos desenvolvidos ao longo desta da 11ª edição do curso. Tendo como pano de fundo questões relacionadas ao aquecimento global e aos efeitos nas cidades, são apresentadas não só novas iniciativas, como também reflexões acerca das possibilidades quanto a ações estruturantes no âmbito da gestão pública e como se pode, com políticas públicas, alinhar-se ao desenvolvimento urbano mais sustentável, além de adaptar as cidades a essa nova realidade.

Seria possível fazer com que os planos diretores se alinhassem à necessidade de auxiliar ações mais sustentáveis para as cidades brasileiras? O que seriam ações sustentáveis, nesse contexto? As soluções baseadas na natureza e a infraestrutura verde podem auxiliar as cidades no combate aos efeitos do aquecimento global? Os planos diretores podem ser um instrumento para o planejamento do ecossistema urbano? O espraiamento urbano pode influenciar o crescimento do impacto ambiental? Como as dinâmicas de crescimento das cidades podem afetar as áreas de proteção ambiental? O Patrimônio Histórico-Cultural está vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas? Qual é a efetividade das certificações de sustentabilidade urbana no contexto brasileiro? O conforto ambiental do edifício e a adoção de estratégias bioclimáticas podem ser benéficas no contexto das mudanças climáticas? Soluções “vernaculares”, princípios da biofilia e da

biomimética podem auxiliar? Suscitadas pelos artigos da publicação, os questionamentos promovem uma reflexão acerca de questões prementes para as nossas cidades.

Dividido em três eixos, o livro aborda no **eixo um - Bioclimatismo e projeto arquitetônico**, a sustentabilidade na escala do edifício. Nos quatro artigos são abordados aspectos do bem-estar, psicologia ambiental, conforto ambiental, comportamento, biofilia, conforto acústico e qualidade ambiental, métodos de análise da degradação do edifício e princípios da biomimética. Os eixos 2 e 3 tratam de questões acerca da escala urbana e aspectos relacionados à sustentabilidade. **No eixo dois - Espaço urbano e sustentabilidade**, percorre-se, nos cinco artigos, as temáticas das certificações de sustentabilidade urbanas e parâmetros utilizados; vulnerabilidade do patrimônio histórico-cultural frente às dinâmicas impostas pelas mudanças climáticas; retrofit do Elevado Presidente João Goulart, mais conhecido como Parque Urbano - Minhocão; o papel do Plano Diretor no planejamento do ecossistema urbano, estudo de caso e a questão do espraiamento urbano e a fragilidade das áreas de Proteção Ambiental. **No eixo três - A natureza como recurso de projeto**, a natureza passa a ser a grande protagonista. Além de enfatizar as soluções baseadas na natureza, os quatro artigos tratam de aspectos relacionados ao sequestro de carbono no contexto urbano por meio do sensoriamento remoto; aos benefícios dos espaços verdes e os diagnósticos das principais fitopatologias na infraestrutura urbana; à adoção de políticas públicas para o desenvolvimento urbano que incorporem e/ou incentivem soluções baseadas na natureza e infraestrutura verde - desafios para a implantação dos Objetivo do Desenvolvimento Urbano Sustentável e proposta de jardim de chuva como forma de preservação do ambiente urbano.

“O futuro sustentável das cidades: abordagens múltiplas” nos mostra que muito ainda deve ser feito para adaptar as nossas cidades frente aos desafios e mudanças impostas pelo cenário atual. Desde estratégias de projeto de novos edifícios ou de retrofit, ações para resgatar a urbanidade de muitas cidades com ações voltadas à caminhabilidade e até políticas públicas e ações para o desenvolvimento urbano mais sustentável são soluções a serem percorridas e implantadas. E somente as respostas a esses desafios trarão um futuro mais sustentável para as nossas cidades. Aproveitem a leitura!



ÍNDICE

EIXO 1 BIOCLIMATISMO E PROJETO ARQUITETÔNICO p.17

- 1** p.18 PSICOLOGIA AMBIENTAL E BIOFILIA PARA ARQUITETURA ESCOLAR: FUNDAMENTOS, CONCEITOS E PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO NAS INSTITUIÇÕES ESCOLARES
Sofia Soriano Cochamanidis | Thiago Montenegro Gôes
- 2** p.43 LAZER, ACÚSTICA E QUALIDADE AMBIENTAL: CONDICIONAMENTO ACÚSTICO DE UM RESTAURANTE EM REGENTE FEIJÓ/SP
Bruna Karoline da Silva | Ana Carolina Cordeiro Correia Lima
- 3** p.68 ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO BASEADA EM INSPEÇÃO PREDIAL VIA NORMA HOLANDESA NEN 2767 E NA ABNT NBR 16.747
Karina Artuso Takaki | João da Costa Pantoja
- 4** p.90 ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS SOBRE O POLO DE EXCELÊNCIA EM BIOMIMÉTICA MARINHA
Alice Araújo Marques de Sá | Caio Frederico e Silva

EIXO 2 ESPAÇO URBANO E SUSTENTABILIDADE p.120

- 5** p.121 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ESCALA URBANA: COMO OS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO CONSIDERAM A RELAÇÃO ENTRE A MORFOLOGIA URBANA, O CONFORTO TÉRMICO EXTERNO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EMPREENDIMENTOS URBANOS
Bruna Pacheco de Campos | Lucídio Gomes Avelino Filho
- 6** p.145 PATRIMÔNIO CULTURAL MUNDIAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR PARA O BRASIL
Priscila Mengue | Andrey Rosenthal Schlee | Caio Frederico e Silva
- 7** p.174 O PARQUE MINHOÇÃO COMO UM ELEMENTO INFLUENCIADOR DA ATIVIDADE FÍSICA
Mariana Lisboa Tanaka | Marcelo de Andrade Romero

8

p.203

PLANEJAMENTO DO ECOSISTEMA URBANO DE CAVALCANTE/GO: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS PARA A REVISÃO DO PLANO DIRETOR

Caio Monteiro Damasceno | Liza Maria de Souza Andrade

9

p.237

ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE MARÍLIA/SP E SEUS IMPACTOS SOBRE O MEIO NATURAL

Andréa dos Santos Moitinho | Rômulo José da Costa Ribeiro

EIXO 3 A NATUREZA COMO RECURSO DE PROJETO p.261

10

p.262

AVALIAÇÃO SAZONAL DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE PELO SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO EM AMBIENTES URBANOS

Eduarda Gazola Aguiar | Gustavo Macedo de Mello Baptista

11

p.283

FITOPATOLOGIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA LEÃO XIII, JANUÁRIA/MG

Julyene Fernandes Alkmim | Rodrigo Studart Corrêa

12

p.309

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INFRAESTRUTURA VERDE EM POLÍTICAS PÚBLICAS PARA DESENVOLVIMENTO URBANO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Ana Luísa Oliveira da Silva | Daniel Richard Sant'Ana

13

p.337

EM DIREÇÃO A UMA PAISAGEM ECOLÓGICA: JARDIM DE CHUVA COMO UM MEIO DE PRESERVAÇÃO DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

Gabriela Santana do Vale | José Marcelo Martins Medeiros

SOBRE OS AUTORES p.361

A vertical column of decorative geometric shapes on the left side of the page. The shapes are light gray and include squares, chevrons, and stepped rectangles, arranged in a repeating pattern.

EIXO 1

**BIOCLIMATISMO
E PROJETO
ARQUITETÔNICO**

1 **Psicologia Ambiental e Biofilia para Arquitetura Escolar: fundamentos, conceitos e práticas para o desenvolvimento humano nas instituições escolares**

COCHAMANIDIS, Sofia Soriano¹; **GOES**, Thiago Montenegro²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | arqsofiasoriano@gmail.com

²Universidade Federal de Goiás e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | thiago_goes@ufg.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por uma relação equilibrada entre humanos e o meio ambiente ganha relevância como uma necessidade premente. Nesse contexto, priorizar a sustentabilidade do planeta e o bem-estar da humanidade revela-se essencial, dada a multiplicidade de benefícios que essa abordagem pode proporcionar globalmente.

Por meio das análises de pesquisas de estudiosos notáveis, como Stephen Kellert (2002), pioneiro na teoria da biofilia, observa-se o destaque conferido ao papel da natureza na saúde e no desenvolvimento das crianças. Valorizar e incentivar tal relação desde a infância, representa um investimento valioso no desenvolvimento de uma base indispensável para a nossa aptidão e produtividade ao longo da vida. Afinal, é inegável a existência de uma conexão intrínseca entre a humanidade e a natureza, conferindo-lhe um papel central na nossa existência e bem-estar.

Conforme Kellert (2002) ressalta, o contato direto com a natureza exerce uma influência mais significativa nos aspectos afetivos e cognitivos do indivíduo do que qualquer método educacional. Nesse sentido, proporcionar um ambiente que facilite essas

experiências enriquecedoras, revela-se crucial para a promoção de estratégias de ensino-aprendizagem altamente eficazes. A partir desses estudos, fica evidente que a necessidade de proporcionar o contato das crianças com o mundo natural reflete uma demanda inerente à nossa espécie, ressaltando a importância de incorporarmos a natureza em nossas vidas desde a tenra idade.

Além disso, diversas pesquisas já constataram que condições desfavoráveis de conforto ambiental exercem influência negativa no desempenho dos alunos. Elali (2003) destaca que elementos como a acústica da sala, ventilação, temperatura e luminosidade podem não apenas afetar o rendimento acadêmico dos estudantes, mas também impactar a sua saúde. Nesse contexto, considerando a relevância do conforto térmico e do ambiente para o aproveitamento didático em sala de aula, torna-se essencial realizar uma avaliação do ambiente construído, visando aprimorar a qualidade do espaço ocupado pelos alunos.

Beltrame *et al.* (2009) afirmam que quanto mais aprimoradas forem as condições de conforto térmico nos ambientes de uma edificação, melhor será o desempenho dos indivíduos que os frequentam, inclusive o aproveitamento acadêmico dos alunos em sala de aula. Diante disso, torna-se imprescindível realizar uma análise e avaliação minuciosa do ambiente para promover melhorias adequadas.

Emerge, assim, a possibilidade de aprimorar a qualidade do ensino nas escolas por meio da intervenção no espaço físico, que envolve a adaptação da arquitetura escolar às condições naturais do terreno, como ventilação e luminosidade, entre outros fatores. Ao buscar estabelecer e ampliar essa conexão com a natureza, almeja-se proporcionar um ambiente que potencialize os processos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes.

Um dos enfoques principais deste artigo é compreender a importância da psicologia ambiental e da biofilia para o desenvolvimento humano referente ao ensino escolar. A psicologia ambiental busca entender a relação entre comportamentos humanos e o ambiente. É importante considerar as percepções que o ambiente desperta e os impactos

desejados que o espaço terá sobre o indivíduo ao projetar um ambiente (Ferraz, 2020). O conceito de biofilia busca integrar o espaço com a natureza, trazendo uma consciência ambiental para os usuários (Kellert, 2002).

Considerando esses estudos, torna-se relevante refletir sobre como a arquitetura e os elementos do espaço influenciam na vida dos alunos e professores, tendo em vista a importância desse contexto para a formação educativa. É essencial reconhecer a relevância do ambiente escolar para a formação dos estudantes, considerando os aspectos arquitetônicos, as questões pedagógicas e os comportamentos humanos. Compreendendo esses elementos, é possível criar espaços que favoreçam o desenvolvimento educacional e social de crianças e adolescentes.

Em suma, o presente artigo busca entender como a psicologia ambiental e a biofilia podem ser utilizadas para melhorar o desenvolvimento de crianças e adolescentes dentro das escolas e como esses ambientes afetam a qualidade do aprendizado. Os conceitos do trabalho são contextualizados com pesquisas e estudos relacionadas a psicologia ambiental, estudos pedagógicos e arquitetura escolar, trazendo autores como: Jean Piaget, Vygotsky, Maria Montessori e Waldorf. Com base nesses estudos, foi desenvolvido uma síntese de princípios, métodos e estratégias que são essenciais para projetar uma instituição escolar mais humanizada, trazendo benefícios para a aprendizagem e uma boa qualidade de ensino.

2. METODOLOGIA

A fundamentação desta pesquisa repousa em um ensaio bibliográfico, que compreende a análise de estudos, artigos científicos e obras de referência pertinentes ao tema abordado, com a finalidade de analisar as técnicas de arquitetura biofílica e sua interação com o desenvolvimento humano, particularmente no contexto educacional.

Figura 1. Método de Pesquisa



Fonte: feito pela autora (2023).

Inicialmente (Figura 01), foi realizada uma revisão da literatura, utilizando bases de dados acadêmicas e bibliotecas digitais, como Scielo e Google Acadêmico. A pesquisa foi conduzida a partir de palavras-chave relevantes, tais como “arquitetura biofílica”, “desenvolvimento cognitivo”, “saúde mental”, “ambiente escolar”, “psicologia ambiental” e “estudos pedagógicos”.

Em seguida, os artigos selecionados foram analisados (Figura 01) de acordo com suas contribuições para o tema em estudo. Foram considerados aspectos relacionados às técnicas de arquitetura biofílica, suas aplicações em ambientes escolares e os impactos no desenvolvimento cognitivo dos estudantes e na saúde mental de todos os frequentadores da escola. Além disso, foram investigadas as abordagens pedagógicas que valorizam a participação ativa dos alunos e consideram suas necessidades individuais, relacionando-as com os princípios da arquitetura biofílica. Foram identificadas as principais técnicas de arquitetura biofílica utilizadas em escolas, como a integração de elementos naturais, o uso de luz natural, a presença de espaços verdes e a incorporação de elementos simbólicos da natureza.

Por fim, foi realizada uma síntese dos principais resultados e conclusões

encontrados no estudo (Figura 01). Os achados indicaram que a arquitetura biofílica, quando aplicada em escolas, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e para a promoção da saúde mental de todos os envolvidos (Heerwagen e Iloftness, 2012). A integração de elementos naturais nos espaços escolares, aliada a abordagens pedagógicas que valorizam a participação ativa dos alunos, mostrou-se uma combinação eficaz para criar ambientes educacionais mais estimulantes, saudáveis e propícios ao aprendizado.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item, são explorados tópicos fundamentais que convergem para uma compreensão mais aprofundada da interseção entre a psicologia ambiental e a arquitetura biofílica, com enfoque especial na relevância da psicologia ambiental na concepção de ambientes escolares e sua influência no desenvolvimento humano, embasado em estudos pedagógicos.

O objetivo central é utilizar esse conhecimento para produzir uma síntese dos princípios fundamentais para a construção de um ambiente escolar que integre as perspectivas da psicologia ambiental e da arquitetura biofílica como: estratégias pedagógicas e princípios construtivos visando não apenas um melhor desempenho escolar, mas também a criação de ambientes propícios ao desenvolvimento cognitivo e emocional dos alunos.

3.1. PSICOLOGIA AMBIENTAL E ARQUITETURA BIOFÍLICA

A psicologia ambiental é um campo de estudos que se dedica a compreender a relação entre comportamentos humanos e o ambiente. Conforme Gifford (1997 *apud* Kowaltowski, 2011), essa área de estudo é essencial para analisar como o espaço em que o indivíduo se encontra influencia sua percepção e seus sentimentos em relação a esse ambiente.

Segundo Gaberlotti (2011), ao projetar um ambiente, é fundamental considerar os impactos desejados que o local terá sobre o indivíduo, indo além das suas características físicas e abrangendo também as percepções que ele desperta. O arquiteto deve ter em mente a capacidade do ambiente em criar laços, sensação de liberdade, conforto, disciplina e outros objetivos que visam o bem-estar dos usuários.

Dentro da arquitetura, a biofilia é um conceito que busca integrar o espaço com a natureza, trazendo uma consciência ambiental para as pessoas. O termo foi criado pelo psicólogo Erich Fromm e popularizado pelas teorias do sociólogo Eduard Wilson (1984), que descreve a biofilia como a relação de amor do homem com a natureza, uma ligação emocional e uma necessidade de interação com outros organismos vivos, decorrentes de traços de evolução.

Heerwagen e Iloftness (2012) afirmam que o conceito de biofilia discute a necessidade biológica do homem de conexão nos níveis mental, social e físico, o que reforça a importância de um ambiente harmonioso e integrado à natureza para a saúde e bem-estar dos indivíduos. Discutem também que o *design* biofílico é a chave para uma melhor qualidade de vida. Os ambientes mais saudáveis também são estimulantes, pois aumentam a capacidade cognitiva, a produtividade e a concentração.

De acordo com Okamoto (2002), a percepção do ambiente é fundamental para o comportamento humano, pois o homem atribui significado à medida em que realiza suas interpretações com o meio exterior. O autor destaca que o ser humano é constituído de dois universos: um exterior, que está em constante processo de adaptação com o meio, e outro interior, cujo se exterioriza em ações como respostas à interpretação dessa realidade.

Nesse sentido, a arquitetura biofílica busca despertar emoções e sentimentos no indivíduo, conforme destacado por Okamoto (2002), para que haja um desenvolvimento de afetividade entre o ser humano e o local, gerando um sentimento de pertencimento. Dessa forma, quanto mais a arquitetura é capaz de estimular o indivíduo a vivenciar

seu espaço construído e natural, mais benéfico será o seu desenvolvimento emocional e comportamental.

3.2. A IMPORTÂNCIA DA PSICOLOGIA AMBIENTAL E DA BIOFILIA NO AMBIENTE ESCOLAR.

O estudo da percepção ambiental assume uma importância fundamental para compreender em maior profundidade a interação entre o ser humano e o ambiente, beneficiando suas satisfações, avaliações e comportamentos (Constantino, 2022).

Investir na promoção dessa relação desde a infância é um meio de fomentar o desenvolvimento de uma base essencial para a habilidade e produtividade humanas, pois existe uma conexão intrínseca entre o ser humano e a natureza. Conforme Kellert (2012), a experiência e o contato com a natureza exercem maior influência sobre os aspectos afetivos e cognitivos do que qualquer educador. Portanto, ao proporcionar um ambiente propício que favoreça experiências significativas e cultive um senso exploratório, é possível contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem mais eficazes.

Aprimorar a qualidade do ensino nas escolas pode ser alcançado por meio da intervenção no espaço físico, mediante a adaptação da arquitetura escolar às características naturais do terreno, como ventilação, iluminação, entre outros fatores. Esse enfoque visa explorar e fortalecer a conexão com a natureza, a fim de proporcionar um ambiente propício para o processo educacional (Reis, 2019).

A exploração da intersecção entre neurociência, arquitetura e educação tem revelado a relevância do ambiente físico na melhoria da qualidade de vida e do processo de ensino. A partir desses estudos, evidencia-se que elementos como cores, iluminação, texturas, sons, paisagismo, entre outros, possuem uma influência significativa no aprendizado das crianças (Reis, 2019).

No contexto da aplicação da neuroarquitetura em projetos arquitetônicos, Andréia

de Paiva (2020) destaca a premissa de criar ambientes que possam estimular os indivíduos. O conceito de “estímulo”, conforme mencionado por Paiva, deve ser adequado ao propósito específico do ambiente em questão. No caso desta pesquisa, direcionada a arquitetura escolar, o enfoque recai sobre a necessidade de estabelecer um espaço que favoreça o aprendizado e o desenvolvimento das crianças (Paiva, 2020).

Considerando a relevância dessas premissas, o presente artigo explora a influência do ambiente escolar no processo educacional e nos resultados acadêmicos, com ênfase no impacto da arquitetura na promoção de um ambiente propício à aprendizagem significativa e ao desenvolvimento intelectual dos estudantes. A partir dessa perspectiva, busca-se compreender como a concepção e organização dos espaços escolares podem otimizar a experiência educativa, estimulando a curiosidade, a concentração e, por conseguinte, o desempenho dos alunos ao longo de sua trajetória educacional.

3.3. O DESENVOLVIMENTO HUMANO BASEADO EM ESTUDOS PEDAGÓGICOS

O sistema tradicional de educação atual, é o mesmo utilizado desde a chegada dos jesuítas no Brasil. Com uma relação autoritária, esse sistema transmite os conhecimentos e valores tradicionais acumulados pelas gerações adultas e o aluno ouve passivamente, sem ter um maior protagonismo. Esse modelo de ensino ainda é muito vivo e atuante nas instituições educacionais. Entretanto, desde 1920, chegou-se ao Brasil novas tendências sociológicas e filosóficas de Educação, onde surge um pensamento que defende um sistema mais efetivo e harmonioso (Vieira, 2015). Entre os principais intelectuais que serão abordados nessa linha de pensamento, estão: Jean Piaget, Vygotsky, Maria Montessori e Waldorf.

Para esses pensadores, a figura principal não diz respeito ao professor nem aos conteúdos tradicionais, mas ao aluno. Nessa proposta, o papel da escola é adequar as

necessidades de cada indivíduo ao meio social, além de promover experiências importantes (Vieira, 2015). Diferente do ensino tradicional, esse sistema escolar tem uma nova visão de conteúdo, metodologia e relação entre professor e aluno (Vieira, 2015). Dessa forma, o processo de aquisição do saber, entender situações problemáticas que acontecem na sociedade e levar o aluno a ter experiências e desafios cognitivos se torna o mais importante.

O ambiente de aprendizagem deve ser uma atividade de descoberta onde há um clima favorável para o aprendizado, autodesenvolvimento e preocupação com a inclusão social (Vieira, 2015). Além disso, há uma relação mais humana entre o educando e o educador. Para Vieira (2015), o professor não é mais o centro das atividades, embora ele tenha um papel importante, onde discute e orienta os estudantes, sendo um facilitador.

Infelizmente, para o autor (Vieira, 2015), esse modelo de educação não é devidamente abordado e ainda é raro encontrar, no Brasil, escolas que manifestam esse sistema, pelo fato da nossa prática pedagógica ainda ser a tradicional (Vieira, 2015).

o homem é um ser social, isso significa que o desenvolvimento intelectual do ser humano é definido por suas relações sociais e com o meio em que está inserido, porém essa interação depende de vários fatores internos que são modificados por etapas que acontecem dentro do desenvolvimento psíquico, o processo de estruturação intelectual é o resultado de um equilíbrio entre uma esfera e a outra (Piaget, 1983).

Em sua obra “Para onde vai a educação?”, Piaget (1973) afirmou que o ensino deve se abrir mais à interdisciplinaridade. O espírito de liberdade deve ser estimulado nos alunos, com práticas pedagógicas voltadas às necessidades do cotidiano, de modo que as próprias crianças possam criar suas próprias verdades. Para Piaget (1973) se não tiver o experimentar por si mesmo, não será educação e sim adestramento.

Em contrapartida ao pensamento piagetiano, Vygotsky traz um pensamento diferenciado sobre o desenvolvimento escolar, embora também seja visto como um pensador construtivista. Rego (1995) descreve a Teoria Vygotskyana como sendo uma síntese em que

o ser humano é o próprio produtor de conhecimento e não apenas um receptáculo que absorve o real, nem o portador de verdades oriundas de um plano ideal, pelo contrário, é um sujeito ativo, que com o seu objeto de estudo, pode reconstruir sua visão de mundo.

Enquanto o professor, para Piaget, fica com o papel de um mero colaborador, restrito de transmitir conhecimento, Vygotsky “resgata a importância do papel do professor e da escola como agentes indispensáveis para a aprendizagem do estudante e no processo de transmissão do conhecimento acumulado historicamente pela humanidade” (Craydi e Silva, 2001).

Na mesma linha de pensamento de Piaget e Vygotsky, está a Pedagogia *Waldorf* que também tem como ponto central a relação aluno-professor, baseando-se “numa relação humana e inter-humana, ressaltando sempre que o homem é a criação, mas também não deixa de ser o criador, uma vez que também contribui para formação desse sistema” (Lanz, 1998). Na Pedagogia *Waldorf*, segundo Lanz (1998), as habilidades de comum convivência entre seres é valorizada mais que o ensino convencional. Na pré-escola, não é abordado nenhum conteúdo, seja uma introdução às primeiras letras, números ou algo do tipo.

Neste nível escolar, os estudantes só desenvolvem uma relação de harmonia dentro deste ambiente (Lanz, 1998). Isso se dá, segundo o autor (Lanz, 1998), porque as ordens enfraquecem a vontade da criança e criam uma tensão, prejudicando a interação entre a escola e o aluno, então são praticadas ações em formas rítmicas e coletivas. No jardim de infância, a criança deve, antes de tudo, adquirir confiança no mundo. O ambiente deve ser acolhedor, para que elas se sintam seguras. Além disso, os materiais naturais são de grande importância, como a madeira, pedras, panos de fibra natural etc. Pois elas criam essa confiança com o mundo real, em contato com esses materiais, conforme observações de Bachega (2009).

Na metodologia de Waldorf, a jardinagem é outra disciplina de suma importância para o desenvolvimento dos alunos, alertando-os para o “cuidado com o meio ambiente, o

cultivo de plantas, que muitas vezes darão alimentos a eles, ligando-os a uma realidade que nem sempre é a que vivenciam” (Bachega, 2009).

Portanto, para Bachega (2009), Waldorf entende que a educação deve se voltar para o desenvolvimento do emocional e afetivo, o cultivo da sensibilidade e de suas habilidades sociais, enfim, um ensino que transcende a ênfase no pensar e busca um processo que possa também orientar o ser humano para o sentir e o fazer, voltando-se para o desenvolvimento do ser inteiro. Com isso, a experiência lúdica, como um recurso básico para o desenvolvimento humano, tem adquirido uma posição privilegiada no pensamento educacional (Bachega, 2009).

Maria Montessori também foi uma importante intelectual que propunha um ensino voltado para o lúdico e para o experienciar dos alunos. De acordo com Vilela (2014), Montessori acreditava que a criança deveria se sentir livre, porém de uma forma ordeira, com isso, ela mesmo se autodisciplinará através do interesse em realizar as tarefas escolares (Vilela, 2014). A liberdade é entendida como o processo de manifestações espontâneas da criança e é identificada prioritariamente com as atividades. O método Montessori se preocupa com a organização externa, para que o aluno adquira sua ordem interna, encontrando assim, o seu equilíbrio.

O ambiente influencia muito no desenvolvimento do educando; ele pode ajudar ou destruir, mas a origem do desenvolvimento é interior. A criança não cresce porque se alimenta, porque respira, porque se encontra em condições de clima favorável; cresce porque a vida exuberante dentro de si se desenvolve; porque o germe fecundo de onde esta vida provém evolui em conformidade com o impulso do destino biológico fixado pela hereditariedade. (Montessori, 1965, p, 57).

Com isso, a liberdade e disciplina interior são interligadas e integradas ao método. A escola deve oferecer um ambiente adequadamente estruturado, pois tem muita influência sobre o comportamento dos estudantes, e até mesmo dos adultos que participam do processo (Vilela, 2014).

4. RESULTADOS

Ao analisar as pesquisas apresentadas sobre psicologia ambiental e biofilia, entendeu-se a influência do ambiente físico nas percepções e comportamentos dos indivíduos. A Psicologia Ambiental emerge como um campo crucial para analisar como o ambiente no qual o indivíduo se encontra impacta sua percepção e suas emoções em relação a esse espaço (Ferraz, 2020). Nesse contexto, a concepção de ambientes deve ir além das características físicas, considerando também os efeitos desejados que o espaço provocará nos usuários, abrangendo a capacidade de criar laços, conforto, disciplina e outros elementos que promovam o bem-estar dos ocupantes. O *design* biofílico, ao propiciar um ambiente harmonioso e em sintonia com a natureza, desempenha um papel fundamental na promoção da saúde e bem-estar dos indivíduos, estimulando a capacidade cognitiva, produtividade e concentração (Kellert, 2012).

Investir na promoção dessa relação desde a infância, revelou-se um meio valioso para fomentar o desenvolvimento de uma base essencial para a habilidade e produtividade humanas, dada a conexão intrínseca entre o ser humano e a natureza. Essa constatação ressalta a importância de proporcionar ambientes propícios que favoreçam experiências significativas e cultivem o senso exploratório, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de ensino-aprendizagem (Kellert, 2002).

Aprimorar a qualidade do ensino nas escolas torna-se possível por meio da intervenção no espaço físico, adaptando a arquitetura escolar às características naturais do terreno, como ventilação e iluminação, visando fortalecer a conexão com a natureza e promover ambientes educacionais propícios ao processo educacional. Estudos revelaram a influência significativa de elementos como cores, iluminação, texturas, sons e paisagismo no aprendizado das crianças (Elali, 2003).

A pesquisa abordou os principais temas relacionados a diferentes abordagens pedagógicas que propõem uma visão mais harmoniosa e efetiva no sistema tradicional de

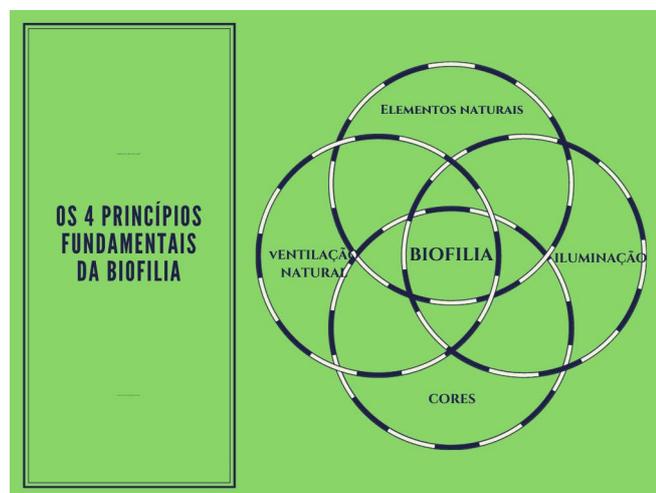
educação. Ao analisar as tendências sociológicas e filosóficas de educação desde a década de 1920, o estudo destacou pensadores como Jean Piaget, Vygotsky, Maria Montessori e a Pedagogia Waldorf, que propõem um novo olhar, centrado no aluno e em suas experiências. As abordagens educacionais discutidas, defendem um ambiente mais colaborativo e estimulante, onde o foco está no desenvolvimento integral do aluno e na adequação de suas necessidades ao meio social.

A Pedagogia *Waldorf* ressalta a valorização da convivência entre os indivíduos e enfatiza a criação de um ambiente aconchegante e seguro, com materiais naturais, para estimular a confiança da criança no mundo real. Por sua vez, Maria Montessori destaca a importância da disciplina e liberdade interior, proporcionando um ambiente estruturado para o desenvolvimento equilibrado do aluno.

4.1. PRINCÍPIOS BIOFÍLICOS APLICADOS A ARQUITETURA ESCOLAR

Com base nos estudos realizados, foi elaborado uma síntese dos quatro principais princípios da biofilia para compor um projeto arquitetônico de uma instituição escolar (Figura 02).

Figura 2. Os 4 princípios fundamentais da Biofilia



Fonte: feito pela autora (2023).

4.1.1 ELEMENTOS QUE REMETEM A NATUREZA.

Os efeitos benéficos derivados do contato com a natureza estão intrinsecamente ligados ao tempo de exposição e à frequência desse contato. Estudos empíricos, como os realizados por Barbiero e Berto (2021), destacam a influência das variáveis “tempo gasto” e “frequência de contatos” na sensação de afinidade com o ambiente natural. Portanto, é de suma importância proporcionar um ambiente confortável no desenvolvimento educacional, incluindo espaços de lazer sombreados e áreas verdes para interação, que contribuem para o bem-estar dos indivíduos.

A utilização de áreas verdes como recurso didático estimula a percepção, o questionamento e a interdisciplinaridade, tornando o ensino e a aprendizagem mais aprofundada, resultando em experiências mais satisfatórias e significativas, especialmente para estudantes do ensino médio. Existem evidências que apontam para melhorias nos níveis de atenção, desenvolvimento emocional e cognitivo, bem como na formação de valores durante a infância e adolescência, quando crianças e jovens mantêm contato com a natureza (Faber Taylor *et al.*, 2001; Kellert, 2002).

De acordo com o professor Stephen Kellert (2002), existem diferentes maneiras de experimentar a natureza no ambiente escolar construído. Essas experiências podem ocorrer por meio de elementos diretos, como luz natural, ar fresco, água e plantas, e por meio de elementos indiretos, como o uso de materiais naturais, geometrias inspiradas na natureza, imagens naturais e cores adequadas que simulam a natureza.

4.1.2 ILUMINAÇÃO

O projeto de ambientes, considerando a iluminação, as formas e os fluxos de ar, apresenta uma complexidade significativa, uma vez que cada indivíduo lida com esses aspectos de maneiras diferentes. Enquanto para alguns, um fluxo de ar forte e luz direta e intensa pode causar distração e desconforto, para outros, o silêncio e a luz com menor

intensidade podem ter um efeito tranquilizante (Gouveira, 2022). Portanto, é de extrema importância que os ambientes sejam estudados de forma individualizada, levando em consideração as características e necessidades dos futuros usuários, e que sejam projetados por profissionais experientes nesse campo.

A utilização da iluminação natural é uma estratégia arquitetônica que busca aproveitar a luz proveniente do ambiente externo, por meio de elementos como janelas, claraboias e outros dispositivos envidraçados (Gouveira, 2022). Essa abordagem tem como objetivo reduzir a dependência da iluminação artificial e promover benefícios tanto do ponto de vista energético quanto do conforto ambiental. Quando adequadamente projetada, a iluminação natural oferece uma luminosidade agradável e difusa, evitando a entrada direta de raios solares que possam causar ofuscamento (Gouveira, 2022).

Além de seu impacto estético, a iluminação natural oferece uma série de benefícios tanto para o ambiente construído quanto para as pessoas que o ocupam. Dentre esses benefícios, destaca-se a conservação de energia e a melhoria da qualidade dos espaços. A luz natural é capaz de criar a sensação de espaços mais amplos, além de possibilitar efeitos estéticos interessantes por meio do jogo de luz e sombras. Além disso, a presença de luz solar adequada nos ambientes ajuda a prevenir a formação de fungos, contribuindo para um ambiente mais saudável e livre de odores desagradáveis (Gouveira, 2022).

A iluminação natural também apresenta benefícios para o bem-estar fisiológico e psicológico das pessoas. A luz solar desempenha um papel biológico importante, estimulando a produção de vitamina D no organismo humano e proporcionando diversos benefícios para a saúde. Além disso, a luz natural tem o poder de melhorar o humor, aumentar os níveis de energia, diminuir as taxas de doenças relacionadas ao estresse, prevenir transtornos afetivos sazonais e melhorar a qualidade do sono (Gouveira, 2022).

4.1.3 CORES

A presença e significado das cores no cotidiano são aspectos relevantes, pois elas têm a capacidade de chamar atenção e influenciar o comportamento e o estado de espírito das pessoas. A percepção e resposta às cores variam conforme a faixa etária, sendo que cores fortes e vibrantes tendem a atrair a atenção das crianças. No contexto infantil, a influência das cores é igualmente significativa, podendo animar, acalmar e despertar a curiosidade das crianças. Ao projetar ambientes destinados às crianças, é essencial considerar cuidadosamente a utilização das cores, evitando excessos que possam tornar o ambiente desagradável e causar reações indesejáveis (Silva, 2020).

O estudo cuidadoso da paleta de cores a ser empregada é fundamental para promover um ambiente acolhedor e propício ao bem-estar e desenvolvimento das crianças (Witter e Ramos, 2008).

A arquiteta Heloisa Dabus, do site Dabus Arquitetura, discute em seu texto intitulado “A cor na Arquitetura Escolar e sua influência sobre a aprendizagem” (2014), a busca pelo equilíbrio na composição de cores especialmente adequadas a cada ambiente escolar. Segundo Dabus, tons quentes têm o poder de estimular e aumentar a atividade cerebral, gerando excitação, enquanto tons frios promovem relaxamento e interiorização. No contexto educacional, o uso habilidoso das cores, torna-se relevante, pois elas podem instigar o sentido visual e estimular a retenção de informações. A adoção consciente das cores na arquitetura escolar contribui para uma abordagem ergonômica que enriquece funcionalmente a experiência educacional, considerando os aspectos físicos, cognitivos e psíquicos dos estudantes. No âmbito arquitetônico, as cores exercem uma influência significativa ao criar variados efeitos visuais. De forma geral, elas têm a capacidade de gerar ilusões de ótica, podendo ampliar ou alongar espaços (Penna, 2020).

4.1.4 VENTILAÇÃO NATURAL

No contexto da biofilia, que busca estabelecer uma conexão com a natureza, a ventilação natural é amplamente utilizada como estratégia para obter um bom condicionamento térmico. Essa técnica aproveita a ventilação natural por meio de aberturas no edifício, utilizando um recurso natural, gratuito e infinito, que contribui tanto para o conforto físico quanto para o mental dos ocupantes. Além disso, a ventilação natural, quando combinada com outros recursos naturais, como água, luz natural e energia renovável, torna os espaços mais sustentáveis e integrados ao meio ambiente (Gouveira, 2022).

Ao projetar a abertura adequada para a ventilação natural em um determinado terreno, é necessário analisar a topografia, o entorno do edifício e a vegetação circundante. Além disso, é crucial considerar a trajetória do sol específica do local, a fim de propor soluções precisas. Existem diversas técnicas para aplicar a ventilação natural na arquitetura como a ventilação cruzada, o efeito chaminé, a ventilação natural por indução e o resfriamento evaporativo. Essas técnicas podem ser combinadas de acordo com as características e necessidades de cada projeto, visando alcançar um ambiente saudável e confortável (Gouveira, 2022).

Com a análise dos estudos apresentados, foi possível desenvolver e apontar algumas sugestões de sistemas construtivos e estratégias baseadas em métodos pedagógicos que possam estar dialogando com esses quatro princípios da biofilia.

4.2. ESTRATÉGIAS PARA PROJETOS ESCOLARES

4.2.1. ESTRATÉGIA BASEADA NA PEDAGOGIA MONTESSORI

De acordo com as recomendações de Maria Montessori, o mobiliário da sala de aula, incluindo mesas e cadeiras, deve ser concebido de forma simples e leve, permitindo que as crianças o manuseiem livremente. Além disso, a pedagoga sugere que as dimensões

dos móveis devem ser adequadas à idade das crianças, visando promover sua autonomia, liberdade e responsabilidade.

No que tange à ludicidade, é relevante proporcionar às crianças a oportunidade de interagir com os elementos e formas oferecidos pelo projeto arquitetônico. Essa interação pode ser alcançada por meio da criação de ambientes confortáveis, da utilização de uma paleta de cores que estimule os sentidos e da disposição de elementos de forma inusitada e despojada. Incorporar os conceitos da arquitetura lúdica em locais inusitados é uma abordagem que promove a experiência interativa das crianças com o ambiente, estimulando sua criatividade e contribuindo para o desenvolvimento de uma atmosfera alegre e acolhedora (Silva, 2020).

Um exemplo de arquitetura e mobiliário lúdicos dentro das salas de aula são bancos embutidos nas paredes e arquibancadas com formatos orgânicos. Além disso, o mobiliário pode ser projetado de forma a permitir a interação das crianças com ele. O banco embutido nas paredes com formas orgânicas possibilita diversas possibilidades de interação para a criança, indo além de seu uso apenas como banco. A incorporação de elementos lúdicos na arquitetura e mobiliário contribui para criar um ambiente estimulante e criativo, onde as crianças podem explorar e aprender de maneira mais envolvente e participativa (Silva, 2020).

4.2.2. ESTRATÉGIA BASEADA NA PEDAGOGIA WALDORF

Os ambientes escolares, na perspectiva *Waldorf*, enfatizam a importância de proporcionar aos alunos uma experiência completa e acolhedora. Para crianças de até sete anos, busca-se uma atmosfera de “Lar” nas salas de aula, com “cantos” que oferecem espaços menores para que as crianças se sintam seguras e se apropriem melhor deles. A música também pode ser incorporada na arquitetura por meio da repetição rítmica de elementos arquitetônicos (Migliani, 2020).

A conexão com a natureza é valorizada, tanto em materiais e atividades em classe quanto na presença de áreas verdes centrais e janelas voltadas para a natureza. O uso de materiais construtivos naturais é recomendado, assim como a priorização da iluminação natural por meio de aberturas horizontais e verticais. Essas características têm como objetivo proporcionar benefícios sensoriais e criar um ambiente seguro e estimulante para o desenvolvimento criativo das crianças. A arquitetura *Waldorf* busca, assim, promover uma experiência educacional enriquecedora e integrada à natureza, favorecendo o crescimento integral dos indivíduos (Migliani, 2020).

4.3. MÉTODOS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

No contexto do projeto arquitetônico de uma instituição escolar, busca-se alinhar os princípios de tecnologia e sustentabilidade. Nesta fase da pesquisa, são explorados métodos e materiais construtivos que podem ser considerados para alcançar esse objetivo.

4.3.1. PAINÉIS DE VIDRO TECNOLÓGICOS

O painel é constituído por duas folhas de vidro translúcido. A tecnologia empregada no painel permite que ele atue como um eficiente difusor e equilibrador de iluminação natural. Além disso, os elementos translúcidos favorecem as cores e as texturas dos ambientes, trazendo essa maior conexão com os elementos naturais. A reduzida necessidade de manutenção e o adequado balanço de temperatura são outras características que tornam esse painel uma escolha interessante para o projeto arquitetônico da escola (Silva, 2020).

4.3.2. MADEIRA

Em um projeto arquitetônico escolar, a madeira desempenhará um papel central, sendo utilizada em diversas aplicações, como portas, janelas, revestimentos, mobiliários e no sistema construtivo. A madeira laminada colada (MLC), especificamente, permite

a criação de grandes vãos com vigas em MLC, além de oferecer vantagens financeiras, como a redução do tempo de construção e o custo acessível da matéria-prima (Galeria da Arquitetura, 2020). Como visto anteriormente nos princípios biofílicos, a madeira terá grande importância na formação de um ambiente que remeterá à natureza.

A MLC também possibilita o projeto de formatos arqueados e curvos em vigas, pilares e mobiliários devido à sua flexibilidade, apresentando uma ampla variedade de tonalidades e de formas orgânicas, que também remetem ao natural (Galeria da Arquitetura, 2020).

4.3.3. CONEXÃO DIRETA COM A NATUREZA

Essa abordagem consiste na presença de vegetação, exemplificada por meio de jardins internos e paredes vivas. Além disso, a incorporação de características naturais se estende a elementos como quadros, texturas e objetos que evocam a natureza. Claraboias e amplas janelas facilitam também a integração visual entre os ambientes interno e externo, promovendo uma conexão com vistas naturais. Paralelamente, a implementação de hortas internas e o cultivo de árvores frutíferas são abordados como meios de estimular o paladar (Blog Vobi, s.a).

Este enfoque visa criar ambientes escolares que propiciem uma experiência mais próxima e imersiva com a natureza, reconhecendo o potencial dessas estratégias para promover não apenas aspectos estéticos, mas também o bem-estar e o desenvolvimento cognitivo dos alunos (Blog Vobi, s.a).

4.3.4. FORMAS ORGÂNICAS

O emprego de curvas, frequentemente associado à vitalidade orgânica, comunica conceitos como flexibilidade e até mesmo sensualidade. Recentemente, tem-se observado uma crescente valorização das linhas curvas, impulsionada por fatores como o interesse crescente na sustentabilidade e a adoção do conceito de biofilia, que busca estreitar os

vínculos entre o ser humano e a natureza. Além de considerações estéticas, as formas orgânicas desempenham funções cruciais na arquitetura e decoração, abordando aspectos como a redução de quinas e cantos para diminuir riscos de acidentes, especialmente em grupos mais vulneráveis como idosos, crianças e animais de estimação (Blog Archtrends Portobello, 2022).

A fabricação de elementos com formas orgânicas revela-se menos complexa quando comparada a itens de linhas retas, pois frequentemente não demanda encaixes e suportes intrincados. A aplicação dessas formas em mobiliário proporciona ergonomia, adaptando-se de maneira mais adequada às curvas do corpo, enquanto a montagem desses móveis é geralmente mais simples, devido à menor necessidade de encaixes. Elas contribuem para a melhoria da circulação em espaços reduzidos e conferem uma estética mais limpa aos ambientes, tornando a decoração suave e harmônica (Blog Archtrends Portobello, 2022).

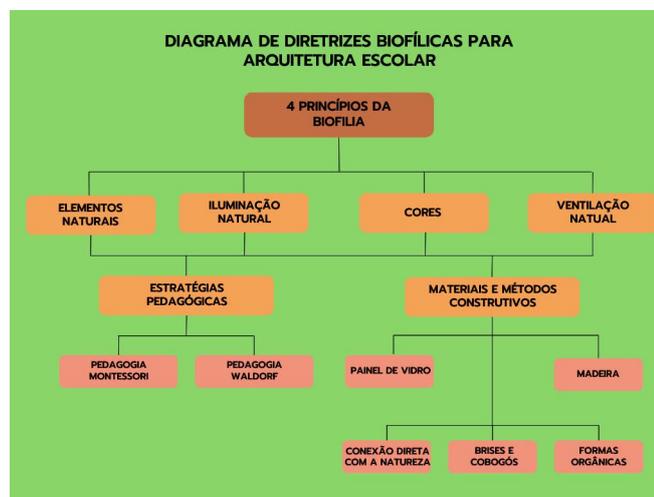
4.3.5. BRISES E COBOGÓS

Os elementos arquitetônicos como brises e cobogós desempenham um papel crucial não apenas na integração de ambientes internos e externos, mas também na estimulação sensorial, particularmente da audição e do olfato. A presença destes elementos permite a percepção de sons naturais, como o som da chuva e o canto de pássaros, assim como a apreciação de fragrâncias provenientes de elementos naturais, como o cheiro de terra molhada e o aroma de flores (Blog Vobi, s.a).

No âmbito do *design* biofílico, destaca-se a ênfase na ventilação natural, promovendo a circulação de ar saudável. Os brises e cobogós não apenas favorecem a conexão com elementos naturais, mas também incorporam a iluminação natural nos ambientes, variando de acordo com as distintas fases do dia. É relevante salientar que, à medida que o Sol se põe, a capacidade do usuário de perceber essa transição progride. O acompanhamento do anoitecer possibilita uma resposta fisiológica, uma vez que a percepção do escurecer desencadeia a produção de melatonina no cérebro, hormônio responsável pelo estímulo

do relaxamento. A consideração consciente desses elementos no design arquitetônico proporciona não apenas um ambiente esteticamente agradável, mas também promove a saúde e o bem-estar dos ocupantes (Blog Vobi, s.a). Por fim, como resultado dessa pesquisa, foi elaborado pela autora um diagrama com as diretrizes biofílicas para arquitetura escolar (Figura 03).

Figura 3. Diretrizes biofílicas para arquitetura escolar



Fonte: feito pela autora (2023).

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento intelectual do ser humano é definido por suas relações sociais e com o meio em que está inserido, porém essa interação depende de vários fatores internos que são modificados por etapas que acontecem dentro do desenvolvimento psíquico. O papel da escola é adequar as necessidades de cada indivíduo ao meio social, além de promover experiências importantes. O professor é um facilitador, que discute e orienta os estudantes, sendo importante para o processo educacional, mas não mais o centro das atividades.

O sistema tradicional de educação ainda é predominante nas instituições educacionais, com um modelo voltado para a figura do professor e uma aprendizagem mecânica. Entretanto, desde 1920, novas tendências de educação surgiram no Brasil, com

pensadores como Piaget, Vygotsky, Maria Montessori e Waldorf, que defendem um sistema mais efetivo e harmonioso voltado para o aluno.

Esse sistema escolar tem uma nova visão de conteúdo, metodologia e relação entre professor e aluno, mostrando também que o ambiente de aprendizagem deve ser uma atividade de descoberta com um clima favorável para o aprendizado, autodesenvolvimento e preocupação com a inclusão social. Embora seja raro encontrar escolas que manifestam esse sistema no Brasil, o ensino deve se abrir mais à interdisciplinaridade e estimular o espírito de liberdade nos alunos, de modo que as próprias crianças possam criar suas próprias verdades.

Em conclusão, a psicologia ambiental é um campo importante para compreender a relação entre os comportamentos humanos e o ambiente, em particular, o papel da arquitetura na promoção do bem-estar e da qualidade de vida dos estudantes. O conceito de biofilia é uma abordagem que busca integrar o espaço com a natureza, reconhecendo a necessidade biológica do homem de conexão nos níveis mental, social e físico. Para alcançar esse objetivo, é necessário que os arquitetos considerem os impactos desejados que o local terá sobre o indivíduo, indo além das suas características físicas e abrangendo também as percepções que ele desperta.

A relação entre o processo educativo, as questões pedagógicas, os recursos metodológicos e a utilização do espaço das instituições escolares também são importantes para entender os comportamentos individuais e em grupo e promover um ambiente de aprendizado mais favorável. Portanto, a compreensão dos impactos do ambiente na psicologia humana pode contribuir para a criação de ambientes mais saudáveis, produtivos e estimulantes.

No entanto, é importante ressaltar que este estudo se baseou em uma revisão bibliográfica, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas empíricas para verificar a eficácia das técnicas de arquitetura biofílica em escolas. Recomenda-se, portanto, que estudos futuros sejam realizados para avaliar os efeitos a longo prazo dessas intervenções, bem como a percepção dos alunos, professores e demais usuários, dos espaços escolares em

relação a essas mudanças arquitetônicas. Essas investigações adicionais poderão fornecer subsídios mais robustos para embasar a implementação da arquitetura biofílica em escolas e seus impactos no desenvolvimento humano.

6. REFERÊNCIAS

- BACHEGA, Cesar Augusto. **Pedagogia Waldorf, um olhar diferente à educação**. Paranaíba: UEMS, 2009.
- BARBIERO G.; BERTO R. **Biophilia as Evolutionary Adaptation: An Onto- and Phylogenetic Framework for Biophilic Design**. *Front. Psychol*, 2021.
- BELTRAME, M. B.; MOURA, G. R. S. **Edificações escolares: infraestrutura necessária ao processo de Ensino e aprendizagem escolar**. In: Revista eletrônica “Revista Travessias”, v. 3, n. 2, 2009. Disponível em: <http://revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/download/3378/2663>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- BLOG ARCHTRENDS PORTOBELLO. **Formas orgânicas: inspire-se na fluidez da natureza para a decoração**. 2022. Disponível em: <https://blog.archtrends.com/formas-organicas/#:~:text=No%20entanto%2C%20as%20formas%20org%C3%A2nicas,o%20oser%20humano%20da%20natureza/>. Acesso em: 23 dez. 2023.
- BLOG VOBI. **Design Biofílico: como incorporar a natureza nos projetos de interiores**. s.a. Disponível em: <https://www.vobi.com.br/vobi-design/design-biofilico-como-incorporar-a-natureza-nos-projetos-de-interiores#aplicando-o-design-biofilico-em-projetos/>. Acesso em: 23 dez. 2023.
- CRAIDY, Camem Maria; SILVA, Gladis E. P. da. **Educação Infantil: Pra que te quero?** Porto Alegre: Artmed, 2001, 164 p.
- CONSTANTINO, Ana Paula. **BIOFILIA EM AMBIENTE ESCOLAR**. In: Revista de iniciação científica da Unifamma, 2022. Disponível em: <http://revista.famma.br/index.php/ic/article/view/218>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- DABUS, Heloisa. **A cor na arquitetura escolar e sua influência sobre a aprendizagem**. Disponível em: <https://www.dabus.com.br/blog/2014/07/a-cor-na-arquitetura-escolar-e-sua-influencia-sobre-a-aprendizagem/>. Acesso em: 14 jun. 2023
- ELALI, G.A. **O ambiente da escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil**. *Estudos de Psicologia*, v. 8, n. 2, p. 309-319, 2003.
- FABER TAYLOR, A.; KUO, F. E.; SULLIVAN, W. C. **Coping with ADD: the surprising connection to green play settings**. *Environment Behav*. 2001
- FERRAZ, Julia. **Compreensão do ambiente físico escolar como elemento pedagógico a partir dos estudos das relações pessoa-ambiente**. 2021. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Educação. Brasília: Universidade de Brasília, Brasília (DF).
- GABERLOTTI, Tais. **Projeto Escola Sustentável em Bauru**. Bauru: UNESP, 2011.
- GALERIADAARQUITETURA. **PROJETOS/MADEIRA, 2020**. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/i-m/projetos/arquitetura-mmadeira/6/1#iniciopaginacao>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- GIFFORD, R. **Environmental psychology: principles and practice**. Boston: Allyn and Bacon, 1997. In: Kowaltowski, Doris C. C. K. *Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino*. São Paulo: Oficina de textos, 2011.
- GOUVEIRA, Carolina. **Neuroarquitetura e Design Biofílico aplicado a instituições infantis**. USJT, 2022.
- HEERWAGEN, Judith; ILOFTNESS, Vivian. **The economics of biofilia: Why designing with nature in mind makes financial sense**. New York: Terrapin Bright Green, 2012.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KELLERT, Stephen R.; KAHN, Peter H. **Crianças e Natureza: Investigações Psicológicas, Socioculturais e Evolutivas – A Imprensa do MIT**. Estados Unidos: Editora MIT Press Ltd, 2002.

KELLERT, Stephen R. **Direito de nascença: Pessoas e natureza no mundo moderno**. New Haven: Editora Yale University Press, 2012.

LANZ, Rudolf. **A pedagogia Waldorf: caminho para um ensino mais humano**. São Paulo: Antroposófica, 1998. 6ª ed.

MIGLIANI, Audrey. O **QUE É MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC OU GLULAM)?** Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next. Acesso em: 13 jul. 2023.

MONTESSORI, Maria. **Pedagogia Científica: a descoberta da criança**. São Paulo, Flamboyant, 1965.

OKAMOTO, Jun. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação**. São Paulo: Editora Makenzie, 2002.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: Livraria José Olympo Editora, 1973.

_____. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PAIVA, Andréa de. **Princípios da NeuroArquitetura e do NeuroUrbanismo**. 2020. Site Neuroau. Disponível em: <https://www.neuroau.com/post/principios>. Acesso em: 25 jun. 2023.

PENNA. **Arquitetura e Urbanismo, CORES na arquitetura e decoração**. Site o Jornalzinho. Disponível em: <http://www.ojornalzinho.com.br/2018/01/02/cores-na-arquitetura-e-decoracao-parte2-penna-arquitetura-e-urbanismo/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

REIS, Maíara Fonseca. **Neurociência aplicada à arquitetura no espaço do ensino escolar primário**. 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2582/1/MONOGRAFIA_Neuroci%C3%AanciaAplicadaArquitetura.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

SILVA, Omara. **Proposta de projeto para escola de ensino infantil sob o enfoque da neuroarquitetura**. Centro Universitário de Curitiba, 2020.

VILELA, Silvio Henrique. **Maria Montessori: O caminho dos sentidos**. Rio de Janeiro: Revista Teias, 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistateias/article/view/24465/17443>. Acesso em: 9 abr. 2023.

VIEIRA, Carlos Magno Naglis. **Fundamentos Históricos e Filosóficos da Educação**. Campo Grande: UCDB, 2015. 65 p.

WILSON, Edward Osborne. **Biophilia**. Cambridge: Harvard University Press, 1984.

WITTER; RAMOS. **Influência das cores na motivação para leitura das obras de literatura infantil**. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pee/v12n1/v12n1a04.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

2

Lazer, acústica e qualidade ambiental: condicionamento acústico de um restaurante em Regente Feijó/SP

SILVA, Bruna Karoline¹; **LIMA**, Ana Carolina Cordeiro Correia²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | brunakaroline0601@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | ana.ana@unb.br

1. INTRODUÇÃO

Ao avaliar a rotina diária de afazeres do homem (espécie) ao longo dos séculos, é possível observar que há claras mudanças referente tanto à qualidade quanto à quantidade de tempo gasto com diferentes tarefas ao longo do dia.

É difícil precisar exatamente o que se pode definir como tempo de lazer, pois há indivíduos que o consideram como o tempo gasto com atividades que ainda sim, envolvam trabalho: manutenção da casa, trabalho voluntário, entre outros, e é possível classificar as atividades em produtivas e não produtivas e dentro do que se engloba as não produtivas, tem-se: tempo gasto com estudos, socialização, exercícios físicos, turismo e demais atividades que tenham como finalidade promover bem-estar, de modo geral (Barbosa, 2018).

Aquilo que é feito fora das jornadas semanais de trabalho como os afazeres domésticos, o cuidado com os dependentes/filhos, investimento em educação, tempo dedicado à higiene pessoal e às necessidades biológicas, é possível perceber, dentro da rotina contemporânea, a diferença na quantidade de tempo gasto nessas atividades, se

comparado ao tempo que é dedicado ao trabalho remunerado, por exemplo (Barbosa, 2018). O homem contemporâneo gasta mais tempo se deslocando e trabalhando que o homem de séculos passados.

E no que diz respeito ao período para lazer, a escolha do local em que cada um irá desfrutá-lo depende, sempre, de gosto pessoal, disponibilidade de tempo e localização geográfica.

A diversidade de opções permite que cada pessoa encontre um ambiente que atenda às suas preferências e contribua para momentos de descanso e relaxamento, podendo acontecer em espaços abertos, como praças, jardins, parques, campo e praias, mas também em espaços fechados, como bibliotecas, centros culturais, teatros, centros esportivos e espaços voltados para alimentação.

Diante de uma rotina universal sempre tão atarefada e como em boa parte do dia as pessoas estão inseridas dentro de seus espaços de trabalho, no pouco tempo que sobra para o lazer é preciso questionar: os espaços que se têm consumido para isso, de fato, estão trazendo o descanso que se é esperado para a mente e corpo daqueles que o frequentam?

Neste contexto, o presente artigo observará mais de perto o setor de lazer que englobe os espaços de alimentação, estudando, mais especificamente, o seu uso em bares e restaurantes.

E dentro desse nicho, é possível observar que nem sempre esses espaços estão devidamente equipados a fim de garantir uma confortável experiência no que diz respeito à sua qualidade espacial e a acústica, quase sempre, está associada a isso.

Deste modo, o artigo discutirá sobre como a relação entre um espaço com boa acústica e o conforto em bares e restaurantes está associada ao impacto que o ambiente sonoro pode ter na experiência dos frequentadores. Um espaço com boa acústica geralmente proporciona uma experiência mais agradável por várias razões, principalmente porque ela pode influenciar a percepção geral da qualidade do estabelecimento.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste artigo consiste em estudar e sugerir diretrizes para o condicionamento acústico de um restaurante no município de Regente Feijó/SP.

Objetivos específicos

- a. Contextualizar sobre os temas: tempo de lazer, conforto em bares e restaurantes e conceitos básicos de acústica;
- b. Estudar a relação entre o condicionamento acústico e a qualidade espacial de ambientes destinados ao lazer, mais especificamente espaços do ramo da alimentação, como bares e restaurantes;
- c. Analisar o condicionamento acústico do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP e sugerir soluções acústicas visando minimizar o desconforto acústico interno.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para a composição literária sobre a temática do conforto em bares e restaurantes e conceitos básicos sobre acústica, foi conduzida uma revisão bibliográfica de artigos, normativas vigentes e livros redigidos por especialistas nessas áreas, a fim de contextualizar o estudo. A partir dessas consultas, foi possível interpretar as definições, qualificações e importantes pontos que devem ser considerados para compreender as temáticas apresentadas.

Realizou-se um estudo de caso, com foco na análise de um estabelecimento comercial voltado para o ramo alimentício, o restaurante denominado Ponto Com, localizado no município de Regente Feijó, no interior do estado de São Paulo, cuja acústica apresenta sinais de tempo de reverberação acima dos recomendados para essa tipologia de segmento, segundo a NBR 10.152 de 2017.

Procedeu-se uma revisão bibliográfica para compreender o papel da acústica na determinação da qualidade de espaços destinados ao lazer, refletindo se o tempo dedicado a ele está sendo aproveitado em locais capazes de proporcionar momentos de descanso.

Em seguida, efetuou-se um levantamento de dados referente à geometria espacial, mobiliário e equipamentos existentes, constatando os possíveis elementos prejudiciais para a acústica do local.

Por fim, foram realizadas análises e testes através de uma planilha configurada com a fórmula de Sabine (1922), destinada a estudos na área de acústica, onde são analisados materiais construtivos específicos, para o entendimento e desenvolvimento de soluções projetuais cujo objetivo seja a adequação acústica do ambiente estudado.

4. CONCEITOS BÁSICOS DE ACÚSTICA: SOM, RUÍDO E MÚSICA

Souza *et al.* (2012), define que o som pode ser entendido como a vibração de partículas no espaço, capazes de serem percebidas pelo ouvido humano. Silva (2005), acredita que o som pode ser definido como: vibração ou perturbação física, e mais especificamente na área de acústica arquitetônica, o termo que se aplica é o som como uma sensação sonora.

Todavia, para o ouvido humano conseguir captar uma voz ou instrumento musical, por exemplo, é preciso que o som se propague pelo ar (caso contrário, não haverá gás preenchendo os espaços para ele ser compreendido pelo aparelho auditivo humano), ou através do ar juntamente a uma superfície, pois ela pode acabar se tornando uma superfície vibrante também, mesmo que em menor escala.

Através de movimentos de compressão e rarefação, há uma mudança na pressão atmosférica, surgindo as ondas sonoras. Para que o som tenha uma distribuição adequada em um ambiente, considera-se a distância entre duas vibrações sucessivas a partir de uma fonte, formando o comprimento da onda. Quanto maior a frequência (sons mais

agudos), menor seu comprimento. Quanto menor a frequência (sons mais graves), maior seu comprimento (Souza *et al.*, 2012).

Ruído é a mistura de tons cujas frequências diferem entre si sobremaneira que se torna incompreensível de ordenar pelo ouvido humano e o som se torna intolerável. Todo som indesejável pode se transformar em ruído, mesmo uma música.

A voz pode ser entendida como a junção de sons ordenados e desordenados, já a música, é o resultado de uma ordem de sons harmônicos e tem potência superior à da voz humana, podendo variar sua intensidade de 500 a 5000 *micro-watt*.

O que capacita um som como harmônico ou não é o número de vibrações entre si, como uma série de números inteiros. Existem valores de tempo de reverberação que terão um maior acolhimento auditivo quando aplicado à palavra, enquanto para a música não, e vice-versa (Silva, 2005).

Mas o fato principal para o artigo é que se conclui através da leitura desses autores é que a boa receptividade do som depende das características do ambiente em que ele se propaga. Se for em espaços fechados, as reflexões e absorções que acontecerão ali dentro, modificarão como ele será percebido. Do mesmo modo, ao ar livre, a quantidade reduzida de superfícies reflexivas pode prejudicar sua compreensão. Esse entendimento será de grande importância para compreender a acústica do estudo de caso analisado.

4.1. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A ACÚSTICA DE BARES E RESTAURANTES

Embora muitas vezes as pessoas não percebam, a acústica em bares e restaurantes desempenha um papel importante na criação de um ambiente agradável para os frequentadores e existem alguns aspectos a serem considerados para garantir uma boa qualidade acústica nesses espaços.

Atualmente, muito se tem discutido pelo poder público, moradores do entorno de

estabelecimentos comerciais e seus comerciantes a respeito da necessidade de revisão ou criação de parâmetros que garantam limites aos ruídos gerados no período noturno, principalmente nas regiões de uso misto (áreas ocupadas por dois ou mais tipos de uso) onde, de acordo com a NBR 10.151 de 2019, têm seu limite entre 55 e 60 decibéis (Tabela 1).

Tabela 1. Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período do dia.

Tipos de áreas habitadas	RLAeq Limites de níveis de pressão sonora (Db)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: adaptado de NBR 10.151 (2019).

Espaços de lazer como bares e restaurantes naturalmente acabam expondo usuários a níveis de pressão sonora mais altas devido à junção de várias fontes de ruídos como os eletrodomésticos, a fala e a música, por exemplo.

E a relação entre os comerciantes e moradores tende a ser turbulenta, pois quando analisado os limites permitidos empregados pela norma, esses valores acabam facilmente se excedendo no dia a dia, principalmente nos espaços com maiores aglomerações de pessoas e música ao vivo.

Todavia, os efeitos negativos causados em ambientes com níveis elevados de ruído podem levar não só a um impacto nocivo ao aparelho auditivo, como também danos físicos, quando expostos frequentemente e a longo prazo, podendo desenvolver “[...] surdez permanente [...], dores de cabeça, fadiga, distúrbios cardiovasculares, distúrbios hormonais, gastrites, disfunções digestivas, alergias, entre outros [...]”, mas também danos psicológicos, tais quais “[...] perda de concentração e de reflexos, irritação permanente, perturbações de sono, sensação de insegurança entre outros” (Souza *et al.*, 2012, p. 46).

Uma solução para isso, portanto, é primeiramente essencial controlar o ruído excessivo. Os níveis de ruído devem ser controlados para evitar que o ambiente se torne

muito barulhento e desconfortável. Isso pode ser alcançado através da utilização de materiais de isolamento acústico nas paredes, piso e teto, que ajudam a absorver o som e reduzir a sua propagação no espaço.

Além disso é importante controlar a reverberação sonora. A reverberação ocorre quando o som reflete nas superfícies do ambiente, criando um prolongamento deste som. Em bares e restaurantes, onde geralmente há muitas superfícies duras como o vidro, o metal e o concreto, a reverberação acaba se tornando um problema.

Para reduzir a reverberação, podem ser utilizados materiais absorventes sonoros, como painéis acústicos, cortinas, carpetes e mobiliários estofados, que ajudam a absorver o som e reduzir a quantidade de eco no ambiente.

A distribuição do som também é importante para garantir uma experiência sonora agradável. É necessário garantir que o som esteja distribuído de maneira uniforme pelo espaço, para que todos os clientes possam ouvi-lo claramente sem a necessidade de aumentar o volume da voz para ser compreendido, por exemplo. O uso de sistemas de som adequados e o posicionamento estratégico destas caixas podem ajudar nesse aspecto, também.

Em suma, bares e restaurantes precisam ser avaliados de preferência desde a concepção do projeto, analisando quais tratamentos acústicos devem estar presentes a fim de atenuar o nível de energia sonora entre a fonte geradora e o ouvinte, minimizando o desconforto do usuário dentro e fora do espaço, causando, deste modo, menos preocupações aos donos dos comércios.

5. REFLEXÕES SOBRE O LAZER NA ARQUITETURA

Para analisar de forma mais concisa o significado de lazer, deve-se analisar essa definição desde seu ponto de partida na história.

Noções de lazer e trabalho têm como fonte de origem na idade clássica, onde, em

Atenas, durante seu apogeu de produção intelectual e artística, desenvolveram-se relações sobre o uso do tempo (Werneck, 2008).

Para os gregos, o ócio definiu-se como o momento de desprendimento de atividades servis para as atividades contemplativas, dedicadas aos saberes e à reflexão. Todavia, esse tempo de folga de atividades relacionadas à subsistência e trabalho acabava sendo um privilégio de poucos.

Desfrutar desse tempo dependia de liberdade socioeconômica, o que tornava o lazer uma regalia usufruída exclusivamente pelos filósofos.

Aristóteles se empenhou em discutir acerca do modo de viver, trazendo reflexões carregadas de inúmeros significados. Ele defendeu que o homem não deveria apenas “sobreviver”, mas sim “viver” em sua plenitude. Diante disso, definiu que a vida humana se fundamenta em três princípios: labor, trabalho e ação, caracterizando uma teoria, no qual chamou de “vida ativa”.

O “labor” corresponde à manutenção da vida propriamente dita, as necessidades vitais que o corpo pede, ao longo de sua existência, e que garantem sua sobrevivência.

O “trabalho” corresponde ao criar, fabricar, produzir coisas, transformar a natureza, desenvolver arte. Já a “ação” condiz com a palavra, o discurso, a identidade do indivíduo. Tem a finalidade de revelar quem o indivíduo é, na esfera política, evidenciando sua singularidade.

Sendo assim, o “lazer” apresentava-se como o oposto da “vida ativa”. Aristóteles definiu um sub-conceito exclusivo para o a reflexão sobre o lazer, chamando-o de “vida contemplativa”, e que para exercer/atingir isso, era necessário abster-se de trabalho e dedicar-se ao repouso filosófico.

Tais considerações, desenvolvidas por Aristóteles, acabaram influenciando o modo de vida ocidental e, juntamente com a ascensão da cultura romana, o cristianismo entra em cena ressignificando a relação entre trabalho e lazer, uma vez que o desejo de descanso

do trabalho é tão antigo que se torna difícil da História precisar ou registrar sua origem.

Já na idade média, o trabalho era considerado uma punição divina e associado a algo penoso, enquanto o lazer era reservado a poucos privilegiados e deveria estar em consonância com valores morais e religiosos. O trabalho era visto como um dever e uma forma de servir a Deus. O foco estava na busca por êxito no ofício como prova de ser um eleito divino, levando as pessoas a se dedicarem inteiramente ao trabalho e evitarem riquezas e consumo supérfluos, que eram considerados tentações para o ócio e a indolência.

Por fim, no final do século XVIII, devido à implantação do modo de produção capitalista na Europa, acontecem transformações significativas para a sociedade, política, economia, trabalho e lazer. O trabalho torna-se supervalorizado e um elemento central na definição das identidades e papéis sociais, além de ser fundamental para a criação e acumulação de riquezas. Esse cenário gerou um conflito entre a classe detentora do capital (interessada na manutenção de privilégios e acumulação de poder) e a classe operária (que buscava melhores condições de vida e trabalho). É neste contexto que o lazer surge como um fenômeno histórico-social relacionado ao trabalho, resultando de reivindicações sociais na luta por um “tempo de folga”, além das obrigações laborais.

Através dessa relação pode-se compreender como foi sendo construída a relação do homem com o tempo de lazer propriamente dito. É relevante ressaltar que nem todo período de tempo livre pode ser considerado como lazer, especialmente se for utilizado exclusivamente para se reenergizar para o trabalho novamente, o que contribui para manter a estrutura social sem questionamentos ou reflexões e colabora para as pessoas viverem em “modo automático”. O lazer, como uma prática social associada ao ambiente profissional, desempenha funções essenciais, como atenuar frustrações, explorar o descanso e permitir o acesso a bens e serviços. Portanto, o lazer e o trabalho não se opõem, mas sim se complementam, atendendo aos interesses sociais, políticos e econômicos que permeiam a totalidade da vida.

E por que entender esse desenvolvimento da relação entre trabalho e lazer tem importância para compreender o estudo de acústica em espaços de lazer? Na realidade, bastante coisa. A questão principal é justamente refletir se nesse tempo conquistado pelo homem moderno justamente para ter seu “lazer”, se os espaços destinados a esse momento são realmente capazes de fornecer o descanso do corpo e da mente, ou se eles são somente mais uma fonte para aumentar, inconscientemente, o cansaço e o estresse, até retornar ao momento de exercer atividades de trabalho novamente.

5.1. REFLEXÕES SOBRE ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA: ESTÉTICA E QUALIDADE DO LAZER *VERSUS* CONFORTO ACÚSTICO

A arquitetura contemporânea tem explorado cada vez mais materiais e soluções que são fruto da infinidade de novas mercadorias disponíveis no mercado, que por vezes, são materiais demasiadamente leves (de massa, mesmo) e de baixo isolamento acústico (Souza *et al.*, 2012). E quanto à forma de projetar, têm-se espelhado muito em um modelo de solução estética (empregando estratégias construtivas e materialidades) que são usuais em países de baixas temperaturas. É comum observar que muitos imóveis comerciais ou mesmo residenciais construídos no Brasil, principalmente nos últimos 10 anos se enquadrando nesse cenário.

O uso exacerbado de panos de vidro em fachadas com insolação preocupante, adoção de materiais com foco em ornamentação e projetos cuja proporção tende a se distanciar da escala humana, acabam gerando ambientes de baixa qualidade ambiental (Gonçalves; Bode, 2015), e a reflexão sonora nas superfícies e a distribuição desse som dentro do ambiente, acabam gerando alguns problemas sonoros, devido a essas escolhas mencionadas anteriormente.

Como resultado, têm-se cada vez mais espaços esteticamente suntuosos, mas

funcionalmente prejudiciais, pois os números de fontes produtoras de ruídos estão ficando cada vez maiores, fomentando espaços com cada vez mais alto nível de ruído e que, por sua vez, acabam interferindo desde a comunicação e compreensão da fala entre seus frequentadores, como também levam ao desconforto e incitam efeitos prejudiciais à saúde dos indivíduos expostos frequentemente e a longo prazo (Souza *et al.*, 2012).

Portanto, nem sempre o tempo investido em lazer resulta em descanso de qualidade, pois ele acaba dependendo de elementos como: a escolha adequada do local (é importante selecionar espaços que estejam alinhados com as preferências e necessidades individuais, uma vez que cada pessoa tem suas próprias inclinações em termos de ambiente, atividades e atmosfera, e encontrar um local que atenda a esses critérios é essencial para desfrutar de um descanso satisfatório), além de considerar as condições do ambiente, a isso, inclui fatores como o nível de ruído, limpeza, segurança e conforto físico. Um ambiente barulhento, sujo ou desconfortável pode prejudicar a qualidade do descanso e afetar a experiência de lazer.

O que é realmente importante compreender é que é possível considerar que o conforto acústico tenha uma relação direta com a qualidade em momentos de lazer. Seja em casa, em um restaurante, cinema, teatro ou qualquer outro ambiente. O nível de ruído precisa estar em um patamar adequado para proporcionar uma experiência agradável e o ambiente que tiver a vantagem de ter um planejamento acústico adequado, proporciona uma série de benefícios para a qualidade dos momentos de lazer, bem como: clareza sonora e interação social, beneficiando a comunicação entre as pessoas de forma mais fácil e agradável, ocasionando em interações mais significativas, além do conforto/relaxamento, de modo que as pessoas desfrutem plenamente do momento e se desconectem do estresse e das preocupações do dia a dia.

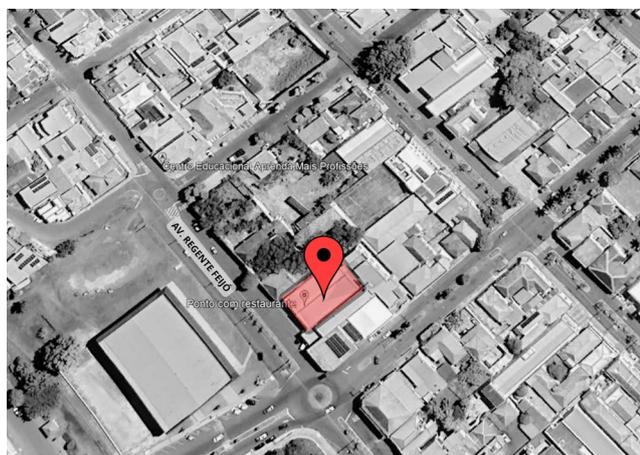
6. ESTUDO DE CASO: RESTAURANTE PONTO COM EM REGENTE FEIJÓ/SP

O comércio que será analisado para o estudo é o restaurante Ponto Com, localizado em Regente Feijó/SP, município de aproximadamente 18 mil habitantes que pertence à região administrativa de Presidente Prudente/SP, cidade cujo comércio e serviços encontram-se fortemente concentrados e é detentora da maior atividade comercial e administrativa desempenhada no oeste do estado de São Paulo.

Selecionado devido à boa comunicação com os proprietários, torna-se fácil a coleta de informações, visitas, medições e registros fotográficos.

Localizado na Av. Regente Feijó, nº. 87, no centro da cidade (Figura 1), oferece além da gastronomia, opções de programações recorrentes com música ao vivo nos períodos noturnos aos finais de semana.

Figura 1. Vista aérea com a localização do restaurante Ponto Com, em destaque (vermelho).



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2023

O imóvel anterior localizado neste terreno, foi demolido, dando início à uma nova construção, que foi dividida em dois barracões comerciais, com o término da construção no final de 2021. Portanto, o prédio analisado tem ao todo, aproximadamente, dois anos de uso.

O método construtivo empregado para o novo imóvel foi o de alvenarias convencionais (em tijolos cerâmicos) e conta com uma área total construída de aproximadamente 281,84m² e a altura interna do salão é de 5,15m, com exceção dos cômodos de sanitários feminino e masculino, onde o pé direito possui 2,70m de altura.

Como o terreno encontra-se no meio da quadra e possui construção em suas duas laterais e fundos, optaram por adotar uma fachada de bastante permeabilidade visual (Figura 2), para a Av. Regente Feijó, com grandes esquadrias de vidros instaladas, sendo estas divididas entre portas e janelas, através do uso de vidro simples e sem sistemas mais elaborados de vedação.

Figura 2. Fachada do restaurante Ponto Com em Regente Feijó – SP.



Fonte: da autora, 2023

Internamente, o salão possui paredes pintadas em tinta acetinada e piso cimentício usinado (Figura 3 e 4). As repartições de cômodos também são em alvenaria e o mobiliário é de madeira, com algumas de suas cadeiras possuindo assento estofado. O que se percebe espacialmente in loco é que o ambiente se encontra bastante reverberante, até o momento. Em dias de casa cheia, o ruído produzido pelas pessoas, junto à música ambiente, acaba tornando o espaço desconfortável acusticamente. E devido as caixas de som serem instaladas nas duas paredes de maior comprimento e direcionadas umas para as outras, nos dias de música ao vivo, o ruído torna-se ainda maior.

Figura 3. *Vista interna do salão, com sentido de visão para a fachada do restaurante.*



Fonte: da autora, 2023

Figura 4. *Vista interna do salão, com sentido de visão para os fundos do restaurante.*

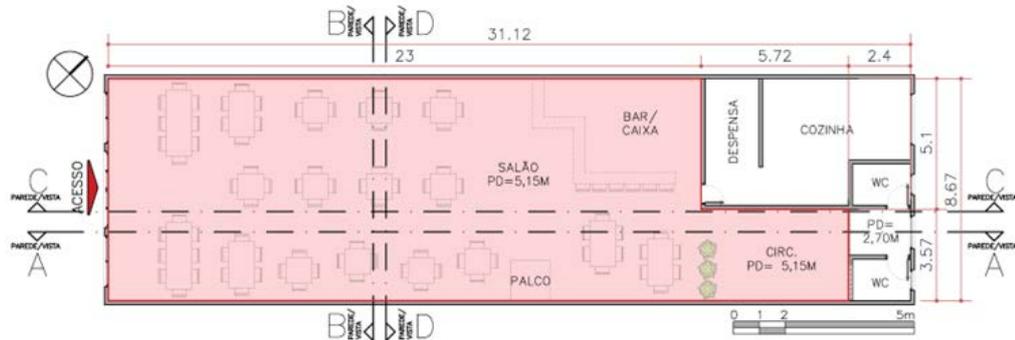


Fonte: da autora, 2023

A metragem utilizada a fim de estudo e que compõe o salão principal (e espaço ao público propriamente dito) é de 219,83m² e volume de 1.132,12 m³.

Atualmente estão dispostas dentro do salão, 2 mesas para 8 lugares (16 pessoas), 4 mesas para 6 lugares (24 pessoas), 11 mesas para 4 lugares (44 pessoas) e 6 banquetas (6 pessoas), totalizando em 90 usuários sentados em média (Figura 5). Os materiais que compõem a área de estudo foram sintetizados na Tabela 2.

Figura 5. Planta baixa do salão com identificação de espaços e localização de mobiliários.



Fonte: da autora, 2023

Tabela 2. Materiais que compõem o espaço do restaurante objeto de estudo.

Parede A	Parede B	Parede C	Parede D	Teto	Piso	Acessórios
Reboco liso + pintura	Reboco liso + pintura + Porta de 4 folhas em vidro + 2 janelas de 2 folhas em vidro + 3 vidros fixos	Reboco liso + pintura	Reboco liso + pintura + 1 janela de 1 folha em vidro	Forro em gesso	Piso de concreto usinado	Mesas e cadeiras em madeira, bancada em alvenaria com tampo em madeira, expositores em metal e vidro

Fonte: da autora, 2023

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para encontrar o tempo de reverberação do espaço nas condições atuais, primeiro foram coletados os valores dos coeficientes de absorção, nas frequências de 125 Hz a 4000 Hz de cada material presente no salão e dos quais o som entra em contato. Em seguida foram transportados todos esses valores a uma planilha acústica, previamente configurada para realizar o cálculo a partir da Fórmula de Wallace Sabine (1922), cujo objetivo é prever o tempo de reverberação de um ambiente, analisando a relação entre: tempo de reverberação, volume e quantidade de área absorvente (Figura 6). Na fórmula, “TR” significa Tempo de Reverberação em segundos, “V” significa volume do espaço em metros cúbicos e “A” significa área total de absorção sonora no espaço em metros quadrados.

Figura 6. Fórmula acústica de Sabine (1922).

$$TR = 0,161 \frac{V}{A}$$

Fonte: Sabine (1922)

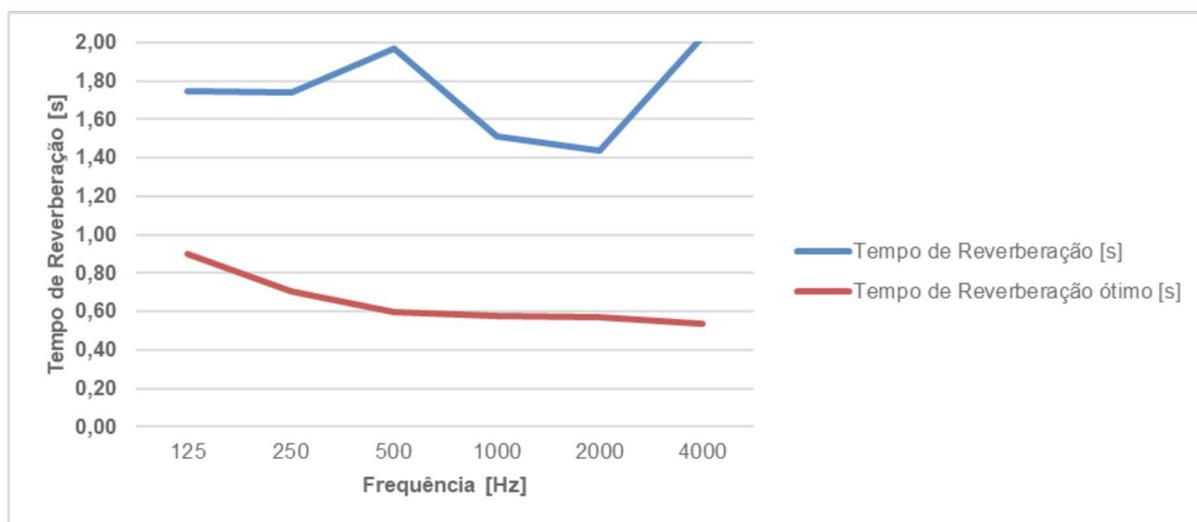
Ao preencher a planilha com todos os dados a respeito das metragens e materiais necessários para análise, foi possível constatar que o TR (Tempo de Reverberação) do restaurante encontra-se em 1,97 a 500 Hz (frequência média), conforme Tabela 3 e Gráfico 1. Esse valor é distante do considerado ideal para esse tipo de uso, onde, segundo a NBR 10.152 de 2017, para frequências entre 500 Hz e 2.000 Hz o tempo de reverberação considerado ideal e adequado para restaurantes varia entre 0,5 e 0,6.

Tabela 3. Simulação de Tempo de Reverberação para a situação existente, com as informações do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.

Volume do ambiente			1.132,12 m³					
Superfícies	Áreas das superfícies [m²]	Materiais	Frequências (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
Piso	219,83	Cimento queimado usinado resinado (existente)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Paredes	385,1	Alvenaria padrão (existente)	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Janelas	44,65	Esquadrias em vidro (existente)	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Laje	219,83	Alvenaria padrão (existente)	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Forro	219,83	Forro em gesso acartonado (existente)	0,1	0,08	0,05	0,03	0,03	0,03
Objetos	Quantidade	Pessoas / Objetos						
Mesas	17	Material: madeira (existentes)	0,19	0,23	0,25	0,30	0,37	0,42
Cadeiras	100	Cadeiras em madeira (existentes)	0,15	0,19	0,22	0,39	0,38	0
Adultos	90	Adultos sentados (média aos finais de semana)	0,33	0,40	0,44	0,45	0,45	0,45
Tempo de Reverberação [s]			1,75	1,74	1,97	1,51	1,44	2,03
TR ótimo para 500 Hz			0,6 s					
Frequência (Hz)			125	250	500	1000	2000	4000
Tempo de Reverberação ótimo ideal [s]			0,9	0,708	0,6	0,576	0,57	0,54

Fonte: da autora, 2023

Gráfico 1. Gráfico de Tempo de Reverberação para a situação existente, com as informações levantadas do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.



Fonte: da autora, 2023

Nessa análise, não foram considerados para o somatório da planilha, equipamentos específicos como geladeiras, a superfície como o balcão, os vasos de barro decorativos e as luminárias existentes. Pode-se considerar, portanto, que esses materiais ainda poderiam alterar os números do cálculo e que poderiam até contribuir para a falta de inteligibilidade da fala, ou seja, a capacidade de escutar e falar bem, pois o TR já se encontra bastante reverberante.

Segundo Souza *et al.* (2012), aberturas, tais como portas e janelas, são consideradas como um dos elementos mais nocivos para o isolamento acústico. Toda vez que uma superfície possui uma abertura, sua eficiência em isolar o som é significativamente reduzida, já que até mesmo pequenas fendas permitem a passagem do som.

As esquadrias presentes no restaurante podem ser consideradas como um dos fatores que interferem na qualidade acústica do salão, uma vez que possuem frestas, permitindo a passagem de ar/som (Figura 7). A solução para esse problema seria substituir essas esquadrias por modelos de vedação mais eficientes ou, uma alternativa menos onerosa, seria aplicar fitas autoadesivas específicas para vedação de portas e janelas, fechando todas as pequenas aberturas e reduzindo a transmissão de som.

Figura 7. *Fresta aparente em uma das esquadrias da fachada, facilitando a passagem do som.*



Fonte: da autora, 2023

Outra questão relevante neste restaurante é a ausência de materiais absorvedores, resultando em um espaço altamente reflexivo. O salão possui poucos móveis e paredes desprovidas de qualquer material absorvente, o que permite que o som se propague em várias direções, causando desconforto aos presentes. Além disso, o piso de cimento em conjunto com esses materiais, anteriormente mencionados, acaba contribuindo para a reflexão do som.

Uma solução seria substituir o forro por um modelo mais eficiente, utilizando um material com maior capacidade de absorção sonora em relação ao atual. No entanto, essa medida por si só não seria suficiente, sendo necessário adotar cuidados especiais também para as superfícies das paredes, incorporando materiais com maior capacidade de absorção sonora.

Trabalhando proteções tanto na superfície de paredes quanto no teto, é possível garantir maior controle de transmissão sonora, além de absorver de forma mais eficiente os ruídos de fundo e os ruídos produzidos naturalmente durante o uso do restaurante.

8. PROPOSTA

Diante de todas essas informações, a proposta se baseará na aplicação de duas estratégias de acústica: o isolamento acústico é uma estratégia de controle de ruído que visa minimizar a passagem de som de um ambiente a outro (Silva, 2005). Para espaços de bares e restaurantes, como muitas vezes os espaços são abertos e normalmente a mão de obra para as construções no Brasil ainda não são especializadas, diversas superfícies acabam possuindo frestas, o que torna livre o caminho para a passagem do som e impossibilitando que o isolamento seja plenamente satisfatório.

Já o condicionamento acústico consiste basicamente no controle das reflexões sonoras internas de um ambiente e os materiais absorventes utilizados atuam como controladores do tempo de reverberação e redutores de ruídos de fundo e aéreos. Esses materiais conseguem atenuar as reflexões que acontecem de forma sucessiva, diminuindo sua trajetória dentro de um espaço (Souza et al., 2012).

Depois de uma série de ensaios realizados com diferentes materiais e algumas sugestões de mudanças para adequar o espaço a um TR ideal, foi possível perceber que precisariam ser empregados materiais para adequar as médias frequências, mas principalmente materiais cuja absorção fosse mais eficiente para minimizar os números nas baixas e altas frequências, que se encontram bastante acima do TR ideal. Após alguns testes, foi possível constatar que três mudanças pontuais precisariam acontecer para chegar aos níveis de maior eficiência para o restaurante (Tabela 4 e Gráfico 2), ao mesmo tempo que não descaracterizasse ou mudasse completamente o aspecto visual original do restaurante:

- Substituir o forro de gesso atual para um forro acústico, sendo selecionado, de acordo com os resultados de desempenho, o forro da marca Ecophon, modelo “Sombra A”, para toda a área de salão (Figura 8);
- Inserir estofado em todas as cadeiras, aumentando a quantidade de

superfícies absorvedoras (Figura 9); e

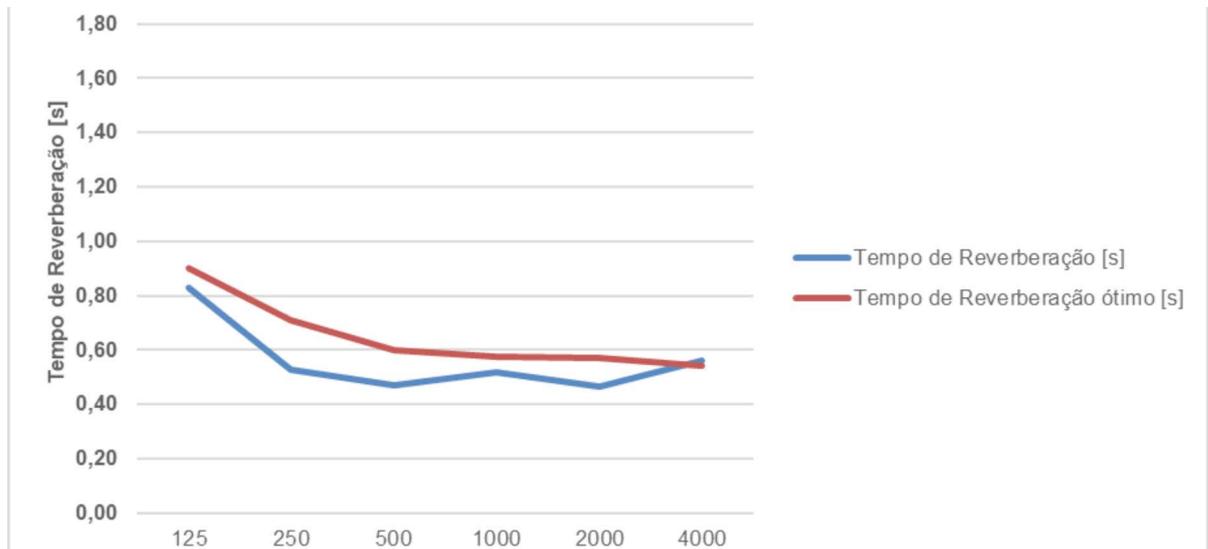
- Inserir painéis acústicos nas paredes. Os painéis da marca Técnica Soluções Acústicas, modelo “Maai”, atuam como absorvedores e apresentou bons desempenhos para reduzir os números, principalmente para as baixas e altas frequências (Figura 10).

Tabela 4. Simulação de Tempo de Reverberação para a situação de projeto, com as informações do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.

Superfícies	Áreas das superfícies [m ²]	Volume do ambiente Materiais	1.132,12 m ³					
			Frequências (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
Piso	219,83	Cimento queimado usinado resinado (existente)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Paredes	485,1	Alvenaria padrão (existente)	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Janelas	44,65	Esquadrias de vidro (existente)	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Laje	219,83	Alvenaria padrão (existente)	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Forro	219,83	Forro acústico sombra a - ECOPHON (projeto)	0,35	0,80	1,00	0,85	1,00	1,00
Paredes	45	Painel acústico MAAI - Técnica Acustica (projeto)	0,60	1,00	1,00	0,55	0,60	0,40
Objetos	Quantidade	Pessoas / Objetos						
Mesas	17	Material: madeira (existentes)	0,19	0,23	0,25	0,30	0,37	0,42
Cadeiras	100	Cadeiras estofadas (projeto)	0,44	0,54	0,6	0,62	0,58	0
Adultos	90	ADULTOS SENTADOS (MÉDIA AOS FINAIS DE SEMANA)	0,33	0,40	0,44	0,45	0,45	0,45
Tempo de Reverberação simulação [s]			0,83	0,53	0,47	0,52	0,46	0,56
TR ótimo para 500 Hz			0,6 s					
Frequência (Hz)			125	250	500	1000	2000	4000
Tempo de Reverberação ótimo ideal [s]			0,9	0,708	0,6	0,576	0,57	0,54

Fonte: da autora, 2023

Gráfico 2. Gráfico de Tempo de Reverberação para a situação de projeto, com as informações levantadas do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.



Fonte: da autora, 2023

Diante da aplicação desses materiais, foi possível observar uma redução nos níveis sonoros presente no salão. Ao analisar o Gráfico 2, vê-se que a linha do ensaio de tempo de reverberação, representada pela cor azul, aproximou-se significativamente da linha de tempo de reverberação ideal, em vermelho. Inclusive para algumas frequências, os números encontrados através do emprego desses novos materiais, acabaram ficando menores que o tempo ideal de 0,6. Mas não foi considerado como uma problemática uma vez que, como mencionado anteriormente, alguns materiais específicos não foram considerados para o ensaio, o que poderiam acabar aumentando os números de nível de ruído interno no restaurante, portanto, conclui-se que os materiais escolhidos se mostraram eficientes como uma proposta de tratamento e condicionamento do som para este restaurante.

Figura 8. *Perspectiva em 3D do salão onde é possível observar os painéis e forro acústico do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.*



Fonte: da autora, 2023

Figura 9. *Perspectiva em 3D do salão onde é possível observar as placas acústicas e assentos estofados do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.*



Fonte: da autora, 2023

Figura 10. *Perspectiva em 3D do salão onde é possível observar os painéis acústicos e forro acústico do restaurante Ponto Com em Regente Feijó/SP.*



Fonte: da autora, 2023

9. CONCLUSÕES

Este estudo buscou apresentar uma solução que atendesse satisfatoriamente ao aspecto funcional e técnico, mas que fosse aplicável esteticamente e financeiramente, para proporcionar qualidade acústica a um estabelecimento comercial de restaurante.

O estudo foi adiante, buscando refletir se, de fato, espaços destinados a lazer, conseguem entregar conforto de qualidade para seus usuários. Quando um estabelecimento comercial é usado diariamente e aqueles que o frequentam não percebem, questionam ou refletem sobre a questão acústica por exemplo, é a prova que o projeto teve um grande trunfo. Normalmente, não se pensa sobre acústica, até que enfim, o desconforto seja percebido neste espaço.

A acústica funciona assim: apresenta-se como uma área ainda pouco explorada na arquitetura, muitas vezes sendo percebida e lembrada somente nos casos de não sucesso de conforto dentro dos espaços. Mas os problemas causados por ela, normalmente, não ficam contidos dentro de quatro paredes. Aí que a questão se torna mais delicada.

Vizinhanças muitas vezes acabam sofrendo as consequências geradas por bares

e restaurantes que não possuem tratamento acústico, apresentam música ao vivo e frequentemente contam com um grande aglomerado de pessoas, em um espaço utilizado recorrentemente nos períodos noturnos e aos finais de semana.

Sendo este justamente o período de descanso, tanto das pessoas que estão no espaço para consumir, quanto das que moram em seu entorno. Portanto, a acústica e arquitetura (principalmente a de uso coletivo e público) precisam ser pensadas e projetadas de modo a reduzir o tempo de reverberação e níveis sonoros internos, gerando maiores sensações de satisfação e conforto para seus frequentadores, mas também, aqueles que habitam em seu entorno.

Acústica, lazer e arquitetura são três elementos diferentes, mas que conversam entre si. Não se pode pensar em lazer, sem pensar que ele será feito/realizado em algum espaço. E não se pode pensar em arquitetura (principalmente a de comércio com maiores níveis de ruídos e fontes sonoras, como os restaurantes e bares), sem pensar em acústica. Por último, não se pode pensar em descanso de qualidade sem que esses três assuntos trabalhem harmoniosamente. Quando espaços não são pensados acusticamente, alguns problemas acabam se tornando consequência e esse estudo buscou contextualizar brevemente todos esses assuntos e encontrar uma solução para um restaurante no interior do estado de São Paulo, que se enquadra nessa situação discutida e analisada, afim de buscar promover um maior nível de conforto e qualidade espacial.

10. REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. L. N. de H. **Tendências na alocação do tempo no Brasil: trabalho e lazer**. Revista Brasileira de Estudos de População, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 1–28, 2018. DOI: 10.20947/s102-3098a0063. Disponível em: <https://re bep.emnuvens.com.br/revista/article/view/1280>. Acesso em: 27 mar. 2023.

GONÇALVES, J. C. Soares; BODE, K (org.). **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 591 p.

ICATUS. **International Classification of Activities for Time-Use Statistics 2016**. Disponível em <https://unstats.un.org/unsd/gender/timeuse/23012019%20ICATUS.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2023.

MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE. **Caracterização da Região Administrativa de Presidente Prudente**. Disponível em: http://planejamento.sp.gov.br/static/arquivos/audiencias/caracterizacao2020/PRESIDENTE_PRUDENTE_Caracterizacao.pdf. Acesso em: 2 mai. 2023.

OLIVEIRA, C. B. D. **Sobre lazer, tempo e trabalho na sociedade de consumo**. Efdeportes, Buenos Aires, v. 11, n. 97, jun./2006. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd97/trabal.htm>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SABINE, Wallace Clement. **Collected Papers on Acoustics**. 1. ed. United States: Harvard University Press, 1922. p. 1-292.

SILVA, Péricles. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 5.ed. atual. Belo Horizonte: Edital E. T., 2005. 339p.

SOUZA, L. C. L. D; ALMEIDA, M. G. D; BRAGANÇA, Luís. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica: Ouvindo a arquitetura**. 1. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2012. p. 7-149.

WERNECK, C. L. G. **Lazer, Trabalho e Educação: Relações Históricas, Questões Contemporâneas**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p. 1-151.

3

Análise da Degradação do Ambiente Construído baseada em inspeção predial via Norma Holandesa NEN 2767 e na ABNT NBR 16.747

TAKAKI, Karina Artuso¹; **PANTOJA, João da Costa**²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | karina.atakaki@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | joaocpantoja@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Frente às mudanças climáticas e à constante batalha para redução dos gases de efeito estufa, a construção civil está entre os setores que mais afetam negativamente o meio ambiente pelos elevados índices de emissão de CO², considerando seu ciclo de negócio completo, desde o pensar o projeto até a conclusão da obra, através da geração de resíduos, a destinação incorreta deles, a contratação de fornecedores, o uso inconsequente das matérias-primas naturais, bem como o gerenciamento pós ocupacional da edificação, incluindo a manutenção e a conservação predial (WALSH, 2020).

De acordo com a ABNT NBR 5674, fica clara a evolução do tema da manutenção de edificações para além do momento da entrega, onde mostra ser inviável e inaceitável, do ponto de vista econômico e ambiental, tratar as construções como objeto descartável. Conforme Natário (2016) *apud* SILVA (2022), é indispensável manutenção frequente para mitigar a degradação predial e reduzir a obrigatoriedade de reabilitação intensa, além de agregar valor ao patrimônio, favorecer sua conservação, prevenir o risco de ineficiência dos sistemas e conservar o meio ambiente ao evitar uma nova intervenção de grande porte, como a construção.

Por meio disso, Gomide, Neto e Gullo (2014) *apud* Silva (2022) expõem como principal dificuldade de engenheiros e arquitetos, ao analisar uma edificação, entender a criticidade de cada degradação e definir as prioridades a serem tomadas para qualificar o ambiente construído.

O presente trabalho tem como objetivo um método de análise que avalie o estado de conservação da edificação a partir do índice de degradação. Tal metodologia é baseada no entendimento da avaliação proposta pela Norma Holandesa NEN 2767, a partir dos estudos de Martinatti (2021) e Silva (2022), e pela ABNT NBR 16747. Toma-se a Norma Holandesa como método referencial devido à sua objetividade e eficiência na classificação da degradação com apoio de um índice gerado após a inspeção predial, que possibilita sintetizar a análise de forma célere. A fim de produzir tal síntese remediando as principais dificuldades dos especialistas, como aponta Gomide, Neto e Gullo (2014) *apud* Silva (2022) no parágrafo acima, estuda-se em conjunto a ABNT NBR 16747, que auxilia a definição da criticidade de cada elemento degradado, possibilitando, portanto, a composição de uma análise com objetivo, eficiência e assertividade.

Para emprego da proposta, tem-se como amostra uma residência da década de 1980 cujo uso é comercial (consultório odontológico) e possui atividades constantes desde a sua construção. A proposta de empregar este método nesta construção tem como finalidade valorar o empreendimento.

1.1. METODOLOGIA PROPOSTA

Por intermédio da revisão da Norma Holandesa NEN 2767:2009, vista pela interpretação de Silva (2022) e Martinatti (2021) e pela Norma Brasileira 16747:2020 de Inspeção predial, o presente trabalho propõe um método de análise que avalie o estado de conservação da edificação, de início através de documentos, dados, informações, desenhos e fotos da edificação, seguido pela etapa principal da inspeção *in loco* sensorial como propõe a NBR.

1.1.1. NORMA HOLANDESA – NEN 2767

A Norma Holandesa – Avaliação de Condição do Ambiente Construído, traduzida do título original *NEN 2767 – Condition Assessment Built Environment*, foi publicada pela primeira vez em setembro de 2006, entretanto, como citado por Silva (2022), o Departamento de Obras Públicas da Holanda (*Dutch Government Building Agency*) criou a iniciativa no ano de 2002. De acordo com Silva (2022), devido à divergência e variável de resultados concluídos pelos inspetores, formula-se uma norma a fim de padronizar a avaliação da vistoria. Segundo Straub (2009) *apud* Martinatti (2021), a padronização proposta por esta norma parte da avaliação dos defeitos, com o intuito de definir estratégias de manutenção ou planejar a viabilidade financeira para reparação deles, nos quais o processo é feito tendo em vista a classificação de parâmetros de condição, dado pela importância, intensidade e extensão dos defeitos. As três classificações estão explanadas sequencialmente abaixo a partir de quadros adaptados de Straub (2009), a tabela 1 demonstra a importância, a tabela 2 a intensidade e a tabela 3 a extensão dos defeitos. Este trabalho está baseado na publicação NEN 2767:2009.

Tabela 1. Quadro de Importância dos Defeitos.

Importância	Tipo	Explicação
Crítico	Funcionalidade básica	Os defeitos críticos prejudicam diretamente a função de um componente do edifício
	Construção de base	
	Material intrínseco	
	Qualidade de base dos componentes principais	
Grave	Redução da funcionalidade	Defeitos graves significam a degradação de um componente do edifício sem prejudicar diretamente a sua função
	Redução da construção	
	Superfície do material	
	Qualidade de base e envelhecimento dos componentes secundários	
Leve/Minoria	Manutenção ¹	Os defeitos mais leves não prejudicam a função de um componente do edifício
	Acabamentos	
	Qualidade básica e envelhecimento dos componentes terciários	
	Deterioração ²	
Notas:		
¹ ações de Manutenção destinadas a manter o funcionamento do edifício não foram executadas, como por exemplo a limpeza e testes legais;		
² a avaliação do estado com base no tempo de vida teórico do componente pode ser aplicada se não for possível avaliar o estado visualmente.		

Fonte: Straub, A. (2009, p. 28). Adaptado pela autora (2023)

Tabela 2. Quadro de Intensidade dos Defeitos.

Classe de Intensidade	Nome	Descrição
Intensidade 1	Baixo	O defeito é visível dificilmente
Intensidade 2	Médio	O defeito está progredindo
Intensidade 3	Alto	O defeito não pode progredir mais

Fonte: Straub, A. (2009, p. 29). Adaptado pela autora (2023)

Tabela 3. Quadro da Extensão dos Defeitos.

Classe de Extensão	Porcentagem	Descrição
Extensão 1	< 2	O defeito ocorre incidentalmente
Extensão 2	2 – 10	Os defeitos ocorrem localmente
Extensão 3	10 – 30	Os defeitos ocorrem regularmente
Extensão 4	30 - 70	Os defeitos ocorrem frequentemente
Extensão 5	> 70	O defeito ocorre generalizadamente

Fonte: Straub, A. (2009, p. 29). Adaptado pela autora (2023)

Segundo Silva (2022), com base nos quadros de classificação de defeitos expostos acima, a NEN 2767 propõe organizar os resultados em uma matriz, dividida em três, conforme a gravidade dos defeitos, ou seja: uma para defeitos leves, outra para os graves e outra para os críticos. A análise nas três matrizes é similar e inicia com a definição da extensão do defeito e da intensidade, onde a combinação desses dois itens, somado ao estágio (inicial, avançado ou final), resulta no índice de degradação. O ponto-chave de variação de degradação está na divisão de gravidade, sendo os críticos com maior pontuação e os leves com as menores.

Tabela 4. Matriz de classificações de condição para defeitos leves.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	1	1	1	1	2
2) Estágio avançado	1	1	1	2	3
3) Estágio final	1	1	2	3	4

Fonte: NEN 2767 (2019) *apud* Silva (2022)

Tabela 5. Matriz de classificações de condição para defeitos graves.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	1	1	1	2	3
2) Estágio avançado	1	1	2	3	4
3) Estágio final	1	2	3	4	5

Fonte: NEN 2767 (2019) *apud* Silva (2022)

Tabela 6. Matriz de classificações de condição para defeitos críticos.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	1	1	2	3	4
2) Estágio avançado	1	2	3	4	5
3) Estágio final	2	3	4	5	6

Fonte: NEN 2767 (2019) *apud* Silva (2022)

Com os resultados das análises acima, Martinatti (2021) propõe a parametrização do método tendo em vista os quadros de Santoro (2019) baseados em Straub (2009), onde a pontuação de 1 a 6 obtida nas matrizes de classificação é dividida por 6 e resulta em um

número entre 0 e 1, no qual 1 representa 100%. Com base nesse cálculo, tem-se uma nova matriz de classificação de condição, possível de ser representada pelos índices 0,17; 0,33; 0,5; 0,67; 0,83 e 1, que resultará no índice da avaliação de condição geral do objeto analisado.

Tabela 7. Matriz de classificações de condição para defeitos leves.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	0,17	0,17	0,17	0,17	0,33
2) Estágio avançado	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
3) Estágio final	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67

Fonte: Santoro (2019, p.68) *apud* Martinatti (2021)

Tabela 8. Matriz de classificações de condição para defeitos graves.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
2) Estágio avançado	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
3) Estágio final	0,17	0,17	0,5	0,67	0,83

Fonte: Santoro (2019, p.68) *apud* Martinatti (2021)

Tabela 9. Matriz de classificações de condição para defeitos críticos.

Extensão	1) Ocasional	2) Local	3) Regular	4) Considerável	5) Geral
Intensidade	(<2%)	(2% a 10%)	(10% a 30%)	(30% a 70%)	(>70%)
1) Estágio inicial	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
2) Estágio avançado	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83
3) Estágio final	0,33	0,5	0,67	0,83	1

Fonte: Santoro (2019, p.68) *apud* Martinatti (2021)

Por fim, obtém-se a nota final do estado de conservação da construção analisada, conforme a classificação formulada por Martinatti (2021) e descrita na tabela abaixo:

Tabela 10. Classificação parametrizada de condição geral

Avaliação de condição	Descrição geral de condição
0,17	Excelente
0,33	Bom
0,5	Razoável
0,67	Ruim
0,83	Grave
1	Péssimo

Fonte: Martinatti (2021)

1.1.2. NORMA BRASILEIRA DE INSPEÇÃO PREDIAL – NBR 16747:2020

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou pela primeira vez, em maio de 2020, a “Norma Brasileira (NBR) 16747 Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento”, cuja elaboração deu-se pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil e pela Comissão de Estudo Inspeção Predial, passando por Consulta Nacional em dezembro de 2018 e fevereiro de 2019.

A Norma define a inspeção predial conforme esclarecido abaixo:

A inspeção predial baseia-se na avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de forma sistêmica e predominantemente sensorial (na data da vistoria), considerando os requisitos dos usuários. A avaliação consiste na constatação da situação da edificação quanto à sua capacidade de atender à suas funções segundo os requisitos dos usuários, com registro das anomalias, falhas de manutenção, uso e operação e manifestações patológicas identificadas nos diversos componentes de uma edificação. (ABNT NBR 16747:2020, p. 5).

A Norma propõe a avaliação em nove etapas para resultar no laudo técnico de inspeção predial e esclarece que deve ser necessariamente realizada por um profissional devidamente capacitado e habilitado em um dos dois conselhos profissionais: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU).

O primeiro passo é o levantamento de dados e documentação, seguido pela análise minuciosa daqueles que foram disponibilizados. Na transcrição geral da norma, fica claro que toda e qualquer inconsistência ou inconformidade encontrada, independente da etapa, é indispensável constar no laudo técnico. O terceiro passo é marcado pela anamnese da vida da construção, na qual se deverá constar todas as intervenções e manutenções pelas quais ela já passou, bem como seu histórico de uso, e deve ser feito através de entrevista.

O quarto item apresenta a etapa da vistoria, a principal para o objetivo de a norma ser de fato executada, conforme exposto por Ribeiro, Santos e Ferreira (2021, p. 4) “o principal objetivo da inspeção *in loco* é a constatação das manifestações patológicas incidentes na edificação. A manifestação patológica pode ser definida como uma ocorrência de um mecanismo de degradação”. A introdução da NBR 16747 explicita que esta norma tem “caráter fundamentalmente sensorial”, portanto a etapa da vistoria cabe única e exclusivamente ao técnico que a realizará.

O quinto passo é a classificação das irregularidades constatadas que podem ser divididas em 2 itens, anomalias ou falhas, de acordo com o texto da norma:

- a) as anomalias caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo e são ainda divididas em:
 - Endógenas ou construtiva: quando perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução;
 - Exógena: quando a perda de desempenho se relaciona a fatores externos à edificação, provocados por terceiros;
 - Funcional: quando a perda de desempenho se relaciona ao envelhecimento natural e conseqüente término da vida útil
- b) as falhas caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo, decorrentes do uso, operação e manutenção;
- c) como a inspeção predial é uma avaliação sensorial, pode não ser possível classificar em anomalias e falhas a totalidade das irregularidades constatadas e apontadas no desenvolvimento do trabalho. Neste caso, deve o inspetor predial incluir nas recomendações a análise mais aprofundada e específica desta irregularidade, conforme 5.3.6. (ABNT NBR 16747:2020, p. 8).

A próxima etapa está atrelada ao item “c” do passo anterior, em que são indicadas as atividades necessárias para reparar ou acondicionar o funcionamento da construção como um todo. Para isso, é necessário ordenar estas atividades conforme prioridade, levando em conta a urgência de cada uma delas e a sugestão do inspetor. A norma orienta, em seu sétimo item, dividi-las em três prioridades:

- a) prioridade 1: quando a perda de desempenho compromete a saúde e/ou a segurança dos usuários, e/ou a funcionalidade dos sistemas construtivos, com possíveis paralisações etc.
- b) prioridade 2: perda parcial de desempenho tem impacto sobre a funcionalidade da edificação, sem comprometido de funcionamento ou saúde;
- c) prioridade 3: perda de desempenho pode ocasionar pequenos prejuízos em geral possíveis de serem contornados e planejado o reparo. (ABNT NBR 16747:2020, p. 8 e 9).

O penúltimo item da metodologia de inspeção proposta pela norma é a avaliação da manutenção e uso, seguido do último passo que consiste em redigir e emitir o laudo técnico fruto da inspeção predial e que deve ter como conteúdo mínimo os itens apresentados na tabela abaixo:

Tabela 11. Conteúdo Mínimo do Laudo Técnico de Inspeção Predial.

Conteúdo Mínimo do Laudo Técnico de Inspeção Predial	
Item	Conteúdo
1	identificação do solicitante ou contratante e responsável legal da edificação
2	descrição técnica da edificação (localização, mês e ano de início da ocupação, tipo de uso, número de edificações quando for empreendimento de múltiplas edificações, número de pavimentos, número de unidades quando for edificação com unidades privativas, área construída, tipologia dos principais sistemas construtivos e descrição mais detalhada, quando necessário)
3	data das vistorias que compuseram a inspeção
4	documentação solicitada e documentação disponibilizada
5	análise da documentação disponibilizada
6	descrição completa da metodologia da inspeção predial, acompanhada de dados, fotos, croquis, normas ou documentos técnicos utilizados, ou o que for necessário para deixar claros os métodos adotados
7	lista dos sistemas, elementos, componentes construtivos e equipamentos inspecionados e não inspecionados
8	descrição das anomalias e falhas de uso, operação ou manutenção e não conformidades constatadas nos sistemas construtivos e na documentação analisada, inclusive nos laudos de inspeção predial anteriores
9	classificação das irregularidades constatadas
10	recomendação das ações necessárias para restaurar ou preservar o desempenho dos sistemas, subsistemas e elementos construtivos da edificação
11	organização das prioridades, em patamares de urgência, tendo em conta as recomendações apresentadas pelo inspetor predial
12	avaliação da manutenção dos sistemas e equipamentos e das condições de uso da edificação
13	conclusões e considerações finais
14	encerramento, onde deve constar a seguinte nota obrigatória: este laudo foi desenvolvido por solicitação de (nome do contratante) e contempla o parecer técnico dos subscritores, elaborado com base nos critérios da ABNT NBR 16747
15	data do laudo técnico de inspeção predial
16	assinatura do(s) profissional(s) responsável(eis), acompanhado do nº do respectivo conselho de classe (CREA ou CAU)
17	anotação de responsabilidade técnica (ART) ou Registro de responsabilidade técnica (RRT)

Fonte: ABNT NBR 16747:2020, p.10 e 11 adaptado pela Autora (2023)

2. MÉTODO

Após a exploração de todos os dados extraídos dos documentos coletados e da visita técnica, propõe-se parametrizar as degradações considerando a importância, intensidade e extensão da NEN 2767 somados à prioridade como indica a NBR 16747. Cada item deste possui um valor de 0 a 1, onde a soma dos quatro valores dividido pela quantidade deles resulta no índice de degradação do sistema, conforme explícito na tabela 12.

Tabela 12. Análise dos sistemas do método proposto.

Sistema analisado		
Elemento		
Item	Definição	Valor
Importância	Leve	0,33
	Grave	0,67
	Crítico	1
Intensidade	Baixo	0,33
	Médio	0,67
	Alto	1
Extensão	<2% Incidental	0,20
	2% - 10% Local	0,40
	10% - 30% Regular	0,60
	30% - 70% Frequente	0,80
	> 70% Generalizado	1
Prioridade	Prioridade 1	1
	Prioridade 2	0,67
	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação	= (Valor Importância + Valor Intensidade + Valor Extensão + Valor Prioridade) / 4	

Fonte: autora (2023)

Por meio do índice de degradação obtido no quadro acima, é possível classificar o estado de conservação da edificação analisada conforme classificação abaixo. A metodologia consiste em visita no local para análise dos sistemas, registro fotográfico dos mesmos e preenchimento da tabela conforme interpretação do profissional, para a partir do resultado propor as intervenções necessárias para a conservação adequada do ambiente construído.

Tabela 13. Resultado da avaliação.

Avaliação de Condição	Descrição Geral de Condição
< 0,33	Excelente
0,33 - 0,49	Bom
0,49 - 0,62	Razoável
0,62 - 0,81	Ruim
0,81 - 0,99	Grave
1	Péssimo

Fonte: autora (2023)

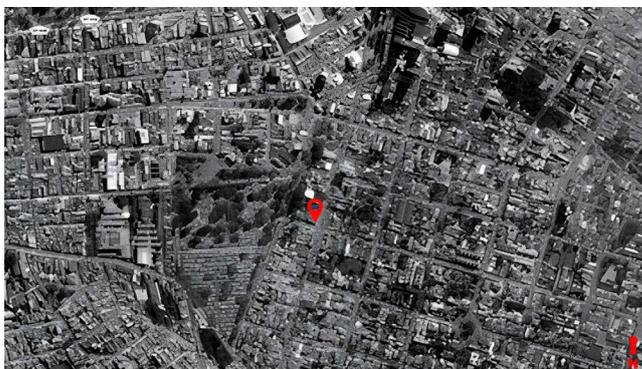
Tem-se como objetivo nesta proposta uma análise rápida e eficiente dos principais sistemas da edificação que traz à tona o que deve ser visto como prioridade para o funcionamento de tais sistemas. Visa-se como próximo passo a modelagem de uma viabilidade que calcule o valor monetário a ser investido nos sistemas degradados versus o valor agregado a ser ganho no imóvel, a partir do índice de degradação, da prioridade a ser trabalhada e do tempo a ser empregado, que reflita este lucro tanto para locação como para venda.

3. RESULTADOS

Para analisar e empregar o método proposto, foi escolhida uma edificação localizada na cidade de Mogi das Cruzes, no estado de São Paulo, inserida em um terreno de aproximadamente 300m². Anterior à inspeção predial foram coletados dados e documentos referentes ao projeto, através da responsável pelo funcionamento do estabelecimento hoje, e referente a localização, por meio do portal digital GeoMogi (<https://geomogi.mogidascruzes.sp.gov.br/mapa#>), que fornece dados georreferenciados da cidade utilizando como sobreposição as diretrizes do Plano Diretor, da Lei de Parcelamento do Solo Urbano e da Lei de Uso e Ocupação do Solo. Na data da inspeção, além da visita *in loco*, foi realizada uma entrevista com os proprietários do imóvel para coleta de informações do histórico da construção bem como de seu funcionamento.

O terreno está localizado na esquina da Rua Cruzeiro do Sul com a Avenida Maestro João Baptista Julião na Macrozona de Urbanização Consolidada inserida na Zona de Ocupação Preferencial 2 de acordo com o zoneamento da cidade, cujos parâmetros principais estabelecidos são Taxa de Ocupação Máxima de 50% da área e Coeficiente de Aproveitamento Básico 1,0, sendo possível elevar ao máximo em 1,5. A cidade conta ainda com o Decreto nº 21.726 de 31 de março de 2023 que sanciona e regulamenta a Lei nº 7.658 onde determina a compulsoriedade das edificações, tanto de posse pública como privado da cidade, a possuir o certificado de inspeção predial. A exigência se dá de forma mais simples em relação à NBR 16747 e propõe a análise do sistema estrutural, das fundações, dos revestimentos internos e externos e do estado de manutenção geral, feita por um profissional devidamente registrado em CREA ou CAU, com a possibilidade de conclusão em três termos: normal, sujeito a reparos ou sem condições de uso. O decreto determina a periodicidade do laudo e as características das edificações que devem possuí-lo, entretanto, não restringe nem define a forma como fazê-lo. Há um único anexo ao Decreto a ser preenchido, válido como Certificação de Inspeção Técnica de Edificações, a ser entregue via Sistema de Aprovação Digital da Secretaria de urbanismo, conforme Art. 7º da PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES (Município).

Mapa 1. Recorte da cidade com pin de localização da edificação estudada.



Fonte: GeoMogi adaptado pela Autora (2023)

Figura 1. Fachada da edificação estudada.

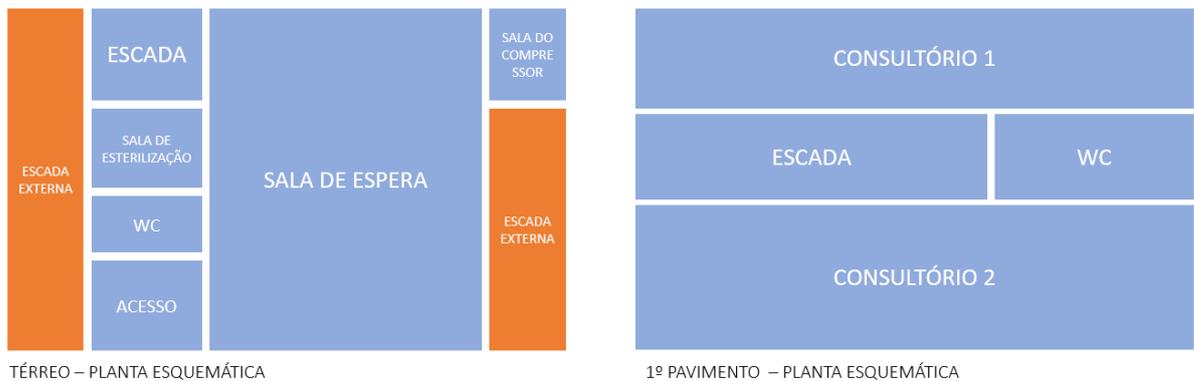


Fonte: autora (2023)

A construção original data de 1982 e até os dias atuais passou por duas reformas. A primeira foi em 1986 e aconteceu ao proprietário da época adquirir o lote vizinho, dobrando o tamanho do terreno, de 152m² para 300m². Com isso, ampliou-se 80m² de área construída distribuídas em 3 pavimentos, sendo 29,70m² no térreo, 16,20m² no pavimento intermediário e 34,40m² no superior, todas elas destinadas ao uso residencial. Este projeto foi aprovado em 15 de abril de 1986 e recebeu o Habite-se em 23 de março de 1987. O primeiro Plano Diretor de Mogi das Cruzes foi instituído em 2006, 21 anos posteriores ao Habite-se da edificação do estudo de caso, e a construção não segue suas diretrizes, nem às da Lei de Uso e Ocupação do Solo. Em 1990, a residência foi vendida para um casal que modificou seu uso para consultório odontológico e que perdura até os dias atuais. Em 2010, o imóvel passou por uma pequena reforma para troca dos acabamentos internos e ajuste de programa de necessidades.

A casa é distribuída em dois pavimentos e é sustentada por meio de estrutura convencional de concreto armado *in loco* com fechamento de blocos de vedação. Os portões de acesso, tanto social quanto de serviço, são de alumínio com pintura eletrostática branca, assim como os gradis dos caixilhos, cuja esquadria é de alumínio e fechamento de vidro. A fachada é composta por duas cores sem textura: azul escuro nos muros externos e branco na casa, já a calçada possui piso de Pedra Miracema Cinza. As áreas privativas externas são revestidas com piso antiderrapante bege *bold* de dimensão 60x60cm e rejunte de 3cm com as paredes na cor branca; a face interna do muro possui pintura com textura. A cobertura é feita, predominantemente por telha de cerâmica marrom e forro externo de madeira branca, com dois trechos de telha de fibrocimento cinza com captação de água por meio de calha de aço galvanizado e cano de PVC, tais trechos são sustentados através de vigas de madeira com estrutura independente à da casa; há ainda um trecho protegido com cobertura de vidro sustentada por estrutura metálica branca. Os ambientes internos são divididos nos dois pavimentos conforme planta esquemática abaixo, elaborada pela autora.

Quadro 1. Planta esquemática dos pavimentos da edificação analisada.



Fonte: autora (2023)

Os ambientes localizados no térreo possuem piso de cerâmica cinza retificado 60x60cm com rejunte de 1cm e rodapé do mesmo material de 5cm, já a escada e os ambientes que ela conecta no 1º pavimento são revestidos no piso e rodapé com granito cinza andorinha desde a primeira reforma do imóvel em 1982. Todos os ambientes possuem pintura branca na parede e forro de gesso branco no teto, além de ar-condicionado *split* com condensadora individualizada. O mobiliário é composto de marcenaria projetada e executada para atender às necessidades do profissional odontológico.

Para obter o índice de degradação do edifício, foram analisados seis sistemas construtivos: pintura, revestimentos, instalações elétricas, instalações hidráulicas, cobertura e estrutura, cada qual dividido em três elementos. Os resultados da análise de cada sistema constam nos quadros abaixo. Na tabela 14, analisa-se o sistema de pintura e classifica a sua degradação a partir da fachada, das áreas privativas externas e interna. Na tabela 15, os revestimentos externos e internos são verificados para obtenção do índice de degradação do sistema de revestimentos. Na tabela 16, dá-se o índice a partir da análise de tomadas, câmeras de segurança e internet e telefonia, cujo sistema é o elétrico. Na tabela 17, o índice de degradação dos sistemas hidráulicas é obtido com base na análise dos sanitários, dutos de PVC e ar-condicionado. Na tabela 18, os três sistemas de cobertura presentes na edificação são verificados, como cobertura de telha de cerâmica, telha de

fibrocimento e vidro. Por fim, na tabela 19, tem-se o índice de degradação do sistema estrutural geral da edificação e específico das coberturas.

Tabela 14. *Análise dos elementos do Sistema de Pintura.*

Sistema analisado:					PINTURA	
Elemento:	Fachada		Áreas Privativas Externas		Áreas Privativas Internas	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Leve	0,33	Grave	0,67	Leve	0,33
Intensidade	Baixo	0,33	Médio	0,67	Baixo	0,33
Extensão	<2% Incidental	0,2	> 70% Generalizado	1	<2% Incidental	0,2
Prioridade	Prioridade 3	0,33	Prioridade 1	1	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação por Elemento	0,30		0,83		0,30	
Índice de Degradação do Sistema					0,48	

Fonte: autora (2023)

Tabela 15. *Análise dos elementos do Sistema de Revestimentos.*

Sistema analisado:					REVESTIMENTOS	
Elemento:	Piso externo		Piso interno - cerâmica		Piso interno - granito	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Grave	0,67	Leve	0,33	Leve	0,33
Intensidade	Médio	0,67	Baixo	0,33	Baixo	0,33
Extensão	10% - 30% Regular	0,6	<2% Incidental	0,2	<2% Incidental	0,2
Prioridade	Prioridade 2	0,67	Prioridade 3	0,33	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação por Elemento	0,65		0,30		0,30	
Índice de Degradação do Sistema					0,42	

Fonte: autora (2023)

Tabela 16. Análise dos elementos do Sistema de Instalações Elétricas.

Sistema analisado:					INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
Elemento:	Tomadas		Câmeras de Segurança		Internet e Telefonia	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Crítico	1	Leve	0,33	Leve	0,33
Intensidade	Médio	0,67	Médio	0,67	Baixo	0,33
Extensão	30% - 70% Frequente	0,8	2% - 10% Local	0,4	<2% Incidental	0,2
Prioridade	Prioridade 1	1	Prioridade 1	1	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação por Elemento	0,87		0,60		0,30	
Índice de Degradação do Sistema					0,59	

Fonte: autora (2023)

Tabela 17. Análise dos elementos do Sistema de Instalações Hidráulicas.

Sistema analisado:					INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	
Elemento	Sanitários		Dutos PVC		Ar-Condicionado	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Leve	0,33	Grave	0,67	Leve	0,33
Intensidade	Baixo	0,33	Médio	0,67	Baixo	0,33
Extensão	<2% Incidental	0,2	30% - 70% Frequente	0,8	2% - 10% Local	0,4
Prioridade	Prioridade 3	0,33	Prioridade 1	1	Prioridade 2	0,67
Índice de Degradação por Elemento	0,3		0,78		0,43	
Índice de Degradação do Sistema					0,51	

Fonte: autora (2023)

Tabela 18. Análise dos elementos do Sistema de Cobertura.

Sistema analisado:					COBERTURA	
Elemento	Telha de Cerâmica		Telha de Fibrocimento		Vidro	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Leve	0,33	Crítico	1	Grave	0,67
Intensidade	Baixo	0,33	Médio	0,67	Médio	0,67
Extensão	<2% Incidental	0,2	30% - 70% Frequente	0,8	30% - 70% Frequente	0,8
Prioridade	Prioridade 3	0,33	Prioridade 1	1	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação por Elemento	0,30		0,87		0,62	
Índice de Degradação do Sistema					0,59	

Fonte: autora (2023)

Tabela 19. Análise dos elementos do Sistema de Estrutura.

Sistema analisado:					ESTRUTURA	
Elemento	Geral - Concreto		Estrutura de Madeira da Telha de Fibrocimento		Estrutura Metálica da Cobertura de Vidro	
Item	Definição	Valor	Definição	Valor	Definição	Valor
Importância	Leve	0,33	Grave	0,67	Leve	0,33
Intensidade	Baixo	0,33	Médio	0,67	Baixo	0,33
Extensão	<2% Incidental	0,2	30% - 70% Frequente	0,8	<2% Incidental	0,2
Prioridade	Prioridade 3	0,33	Prioridade 1	1	Prioridade 3	0,33
Índice de Degradação por Elemento	0,30		0,78		0,30	
Índice de Degradação do Sistema					0,46	

Fonte: autora (2023)

A partir da análise dos sistemas expostos acima, obtém-se o índice de degradação da construção que compõe e especifica a atual situação da edificação, permitindo valorar o empreendimento. Como resultado do objeto do estudo de caso, alcançou-se o índice de 0,51 classificado como razoável.

Tabela 20. Índice de degradação do edifício.

Sistema Analisado	Índice de Degradação
Pintura	0,48
Revestimentos	0,42
Instalações Elétricas	0,59
Instalações Hidráulicas	0,51
Cobertura	0,59
Estrutura	0,46
Geral	0,51 - Razoável

Fonte: autora (2023)

4. DISCUSSÕES

A partir dos índices obtidos nas tabelas acima, tem-se o diagnóstico dos sistemas analisados. A pintura das áreas privativas externas apresentou maior índice de degradação e este resultado está alinhado à realidade do local, pois são as áreas que possuem maior

exposição ao tempo aliado ao uso diário, onde estão algumas das condensadoras de ar-condicionado e vasos com plantação, além da pequena dimensão do local favorecer o acúmulo de sujeira e água pluvial que reflete na degradação da pintura. Ao contrário da pintura azul escura da fachada, a face interna do muro de divisa é branca com textura e a ação do tempo fica mais evidente. Já a pintura da fachada e das áreas privativas internas estão em excelente estado de conservação, uma vez que foi informado na entrevista que a manutenção foi feita há menos de um ano. No geral, o sistema apresenta um bom índice de degradação. Dentre os revestimentos de piso, nota-se conclusão similar ao item acima, entretanto, a degradação não possui extensão generalizada como a da pintura e não se mostra como prioridade para reparo, uma vez que não influencia no uso e funcionamento da área.

As instalações elétricas apresentam, junto com a cobertura, o sistema analisado com maior índice de degradação com maior quantidade de elementos como prioridade 1. As tomadas do local não possuem espelho e o acabamento está a desejar. Em muitos ambientes, há cruzamento de cabeamento e mais ligações do que o previsto, além da parede apresentar forte umidade. A extensão desta degradação é vista em 80% das instalações da construção, a importância é crítica e a intensidade é média, por estes motivos a manutenção das tomadas é apresentada como primeira prioridade. As câmeras de segurança apresentam índice de degradação razoável, porém se encontram como prioridade 1 devido à sua finalidade. O sistema elétrico como um todo foi classificado como razoável e apresenta-se, desta forma, *in loco*. As instalações hidráulicas gerais também apresentam o índice razoável, entretanto os dutos de PVC classificam-se como ruins com 0,78, pois há uma grande extensão e sua eficiência é essencial para o funcionamento da edificação, principalmente para a captação das águas pluviais.

Os sistemas de cobertura destacam-se, junto às instalações elétricas, com pior resultado em função da telha de fibrocimento utilizada para proteger áreas anexas ao

conjunto de ambientes principal. Em razão da exposição do tempo e à fragilidade que o material possui, ele manifesta forte degradação e está categorizado como prioridade 1, pois protege o equipamento de compressão, cujo valor financeiro e funcional é alto para as atividades comerciais do local inspecionado.

O último sistema analisado, a estrutura, tem avaliação geral de 0,46 e demonstra boa condição. A exceção para esse índice é a estrutura de madeira da telha de fibrocimento, que apresenta corrosão e desgaste e, pelo mesmo motivo apresentado no parágrafo acima, é definido como prioridade, pois juntos formam um único elemento.

Na tabela 21, tem-se o resumo dos elementos analisados e da prioridade a ser tratada para o planejamento das manutenções.

Tabela 21. Índice de degradação por sistema e elemento a partir da prioridade.

Elemento	Sistema	Nota	Prioridade
Fachada	Pintura	0,30	3
Áreas Privativas Internas	Pintura	0,30	3
Geral - Concreto	Estrutura	0,30	3
Estrutura Metálica da Cobertura de Vidro	Estrutura	0,30	3
Piso interno - cerâmica	Revestimentos	0,30	3
Piso interno - granito	Revestimentos	0,30	3
Internet e Telefonia	Instalações Elétricas	0,30	3
Sanitários	Instalações Hidráulicas	0,30	3
Telha de Cerâmica	Cobertura	0,30	3
Vidro	Cobertura	0,62	3
Ar-Condicionado	Instalações Hidráulicas	0,43	2
Piso externo	Revestimentos	0,65	2
Câmeras de Segurança	Instalações Elétricas	0,60	1
Tomadas	Instalações Elétricas	0,87	1
Dutos PVC	Instalações Hidráulicas	0,78	1
Áreas Privativas Externas	Pintura	0,83	1
Telha de Fibrocimento	Cobertura	0,87	1

Fonte: autora (2023)

Com base na idade da edificação e a quantidade de reformas que ela já sofreu, o índice de 0,51 é satisfatório e está em linha com o verificado no local. A avaliação demonstra necessidade de provisionar manutenção frequente nos ambientes externos e expostos ao tempo, contando que aquelas dos ambientes internos sejam mantidas.

5. CONCLUSÃO

Para obtenção do índice de degradação da edificação, foi proposto um método por meio da análise de seis sistemas construtivos subdivididos em três elementos, em que é feito o cálculo do estado de conservação de cada um deles com base em quatro abordagens fundamentadas na interpretação de Silva (2022) e de Martinatti (2021) referente à Norma Holandesa *NEN 2767 – Condition Assessment Built Environment* e ao entendimento da ABNT NBR 16747 Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.

Através da metodologia exposta, obteve-se o índice de degradação de 0,51 para a construção analisada no estudo de caso, cuja classificação dá-se “razoável”. Também uma escala de prioridade de sistemas foi gerada e demonstra a necessidade de manutenção imediata nas câmeras de segurança e tomadas, nos dutos de PVC, na pintura das áreas externas e no sistema de cobertura e estrutura da telha de fibrocimento. Os sistemas de ar-condicionado e piso externo estão como segunda prioridade. Já os demais sistemas e elementos analisados, com exceção da cobertura de vidro, apresentam excelente estado de conservação e baixo índice de degradação, pois, a maior parte deles, passam por manutenção regular.

Dados os resultados da presente pesquisa, fica evidente a necessidade da manutenção predial para conservação da edificação, uma vez que, apesar de satisfatório, o índice de degradação pode reduzir significativamente, agregando valor ao produto e evitando retrocessão ao processo inicial de construção, contribuindo para a redução dos gases de efeito estufa que a construção civil gera e buscando conservar, preservar e valorizar o ambiente construído visando um futuro mais sustentável.

Sugestão para Futuros Trabalhos

Para continuação da pesquisa e aprofundamento no desenvolvimento do método proposto, sugere-se:

- aprofundamento no detalhamento da inspeção predial com ampliação da coleta de dados analisados para propostas mais minuciosas e assertivas;
- elaboração de planilha/sistema automatizado(a) para preenchimento da análise a fim de vincular com o item abaixo; e
- modelagem de viabilidade econômica para cálculo do valor a ser investido nos sistemas e elementos degradados versus o valor agregado a ser ganho no imóvel, tendo em vista o índice de degradação e da prioridade a ser trabalhada.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2020. 14p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. ABNT. Rio de Janeiro. 2012.

BORBAJÚNIOR, J. E. F. (2022). **A influência da obsolescência na depreciação do patrimônio moderno edificado**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 170f.

CRUZES, Prefeitura de Mogi das. **GeoMogi**. Disponível em: <https://geomogi.mogidascruzes.sp.gov.br/mapa#>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GOMIDE, T. L. F.; NETO, J. C. P. F.; GULLO, M. A. **Inspeção Predial Total: diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e engenharia diagnóstica**. São Paulo: Pini, v. 2ª Edição, 2014.

MARTINATTI, Y. W. P. **Desenvolvimento de modelo multicritério de tomadas de decisões para aplicação na conservação de edificações das superquadras do Plano Piloto em Brasília/DF**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021, 114f.

NATÁRIO, A. L. R. **Modelo de gestão da manutenção em edifícios da Santa Casa de Misericórdia de Lisboa: indicadores de desempenho da manutenção de edifícios**. Dissertação de Mestrado em Construção e Reabilitação – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 86. 2016.

OLIVEIRA, I. P. **Diretrizes para Conservação Patrimonial a Partir da Avaliação da Depreciação do Ambiente Construído**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Publicação 2018, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019, 114p.

OLIVEIRA, Iberê; PANTOJA, João; INOJOSA, Leonardo. **Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: Biblioteca Central da UnB**. In: XVIII CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES, 2022, Sakarya, Turquia. p. 1-13.

PANTOJA, J. D. C. et al. **A Influência da Ponderação na Avaliação do Grau de Criticidade em Edificações de Múltiplos Pavimentos Via Inspeção Predial**. In: PARANOÁ, R. Dossiê Especial - Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade. 1ª. ed. Brasília: Paranoá (UnB), 2020. p. 126-138. ISBN 1679-0944.

PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES (Município). **Decreto nº 21.726, de 31 de março de 2023**. Mogi das Cruzes, Disponível em: <https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/public/site/doc/20230512104044645e41dcbe0e9.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

RIBEIRO, M. F. A.; SANTOS, P. O. B.; FERREIRA, R. B. **A inspeção predial conforme a ABNT NBR 16747:2020 e sua importância na prevenção de catástrofes**. 2021. 17 f. - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.

SANTORO, A. M. C. (2019). **Conservation of Modernist Architecture Through the Visual Analysis of Physical Decay**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 119p.

SILVA, D. S. T. **Gestão e conservação do patrimônio de Brasília: Um estudo comparativo entre metodologias de inspeção brasileiras e internacionais**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2022, 182f.

STRAUB, Ad. **Dutch standard for condition assessment of buildings**. Structural Survey, v. 27, n. 1, p. 23-35, 2009. DOI 10.1108/02630800910941665.

TRINDADE, R. S. D. **Gestão de Edifícios - Análise Comportamental Através da Interpretação de Dados Históricos**. [s.l.] Faculdade de Engenharia do Porto, 2011. VARGAS, H. Arquitetura e Mercado Imobiliário. Barueri, SP, 2014.

WALSH, NIALL. **“Fatos sobre a arquitetura e a crise climática”** [The facts about architecture and climate change] 14 jan. 2020. Archdaily Brasil. (Trad. Libardoni, Vinicius). <<https://www.archdaily.com.br/br/931426/fatos-sobre-arquitetura-e-a-crise-climatica>> issn 0719-8906. Acesso em: 23 jun. 2020

4

Estudo de Casos Múltiplos sobre o Polo de Excelência em Biomimética Marinha

SÁ, Alice Araujo Marques de¹; **SILVA**, Caio Frederico e²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | alicearaujoms@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | caiosilva@unb.br

1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem sendo confrontada por graves crises ambientais, cujas numerosas consequências sobre o planeta já são perceptíveis, manifestando-se em fenômenos como a degradação da biodiversidade, o esgotamento de recursos naturais e a frequência cada vez maior de eventos climáticos extremos. Sendo assim, é imperativo reformular os sistemas produtivos e de consumo vigentes, buscando a sustentabilidade e, sobretudo, a regeneração ambiental (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Nesse cenário, a arquitetura e o urbanismo são campos que recebem notáveis repercussões, pois enfocam a concepção de novas construções e espaços, consumindo energia e recursos para sua criação, operação e manutenção. Diante disso, seus profissionais e estudiosos deveriam ajustar seus processos de criação e desenvolvimento de projetos, incorporando princípios e práticas sustentáveis, de baixo impacto energético, incluindo-se medidas de reabilitação ambiental. Dado tal contexto de elevada complexidade, recorrer a novas tecnologias e expandir os horizontes de investigação por meio de uma perspectiva interdisciplinar, constituem caminhos inevitáveis. De fato, isso pode ser verificado nas

equipes criativas multiprofissionais que colaboram para gerar soluções para os diversos desafios formais, estruturais, conceituais e ambientais. Nesse sentido, trabalhos norteados por características e recursos do meio natural, notadamente aqueles produzidos pela biomimética, têm revelado muitos benefícios e vantagens para a contemporaneidade (Benyus, 2011; Romero; Silva; Teixeira, 2021; Sá, 2021).

A biomimética concentra-se na formulação de soluções funcionais inovadoras a partir do estudo de formas e processos de organismos, além de ecossistemas para gerar inovações que atendam às demandas da sociedade. Sob essa ótica, ao se analisar criticamente a natureza, identificam-se percursos que podem conduzir a propostas sustentáveis, uma vez que muitos sistemas biológicos operam segundo atributos de economia de recursos e energia, multifuncionalidade, interdependência e ciclicidade. Efetivamente, a natureza dispôs de 3,8 bilhões de anos para gerar formas adaptáveis a contextos muito diversificados e que podem conter soluções eficientes, econômicas e sustentáveis para os desafios humanos atuais. Ou seja, estudar e compreender a biosfera pode desvelar novos horizontes para o desenvolvimento criativo, no qual se assegure equilíbrio entre as dimensões ambiental, tecnológica, econômica e social. Assim, ao se planejar ambientes construídos, é incontornável adotar uma postura ecológica, sustentável e regenerativa. Julga-se, portanto, que o embasamento em estudos biomiméticos deva ser estimulado em arquitetura e urbanismo (Arruda, 2018; Baumeister *et al.*, 2014; Chayaamor-Heil, 2023; Dias, 2014; Ilieva *et al.*, 2022; Pawlyn, 2019; Sá, 2021).

Contudo, simplesmente copiar formas de organismos, sem adaptar suas particularidades funcionais, processuais ou ecossistêmicas ao devido contexto, faz com que muitos projetos se inscrevam apenas no campo do biomorfismo, sem atender aos propósitos biomiméticos. No campo arquitetônico, essa distinção é crucial, pois, principalmente, ao longo dos séculos XX e XXI, profissionais renomados utilizaram a natureza como fonte de inspiração estética para suas obras. Todavia, ainda que possam ser vistas como iniciativas

preunciadoras, tais criações não necessariamente atingiram as aspirações biomiméticas (Arruda *et al.*, 2019; Baumeister *et al.*, 2014; Chayaamor-Heil, 2023; Dias, 2014; Pawlyn, 2019). Segundo Arruda e Freitas (2018), para a integração de aspectos biomiméticos em projetos em design e arquitetura, é recomendável a adoção de analogias biológicas (ex. morfológica, funcional, simbólica).

Um exame do cenário internacional indica um interesse crescente pela biomimética, sobretudo em instituições de pesquisa estadunidenses e europeias, sendo que grande parte dos trabalhos envolvem os seguintes temas: a) *design* de produtos, de edifícios e de ambientes, a exemplo de fachadas dinâmicas e estruturas resistentes; b) geração de novas tecnologias e materiais, tal como adesivos reutilizáveis e tintas autolimpantes; c) criação de sistemas com foco em sustentabilidade no âmbito das ciências ambientais, abrangendo a promoção de serviços ecossistêmicos e regeneração da biodiversidade; d) projetos em robótica, incluindo programação e navegação; e e) novas tecnologias em saúde, nomeadamente novos equipamentos e materiais antibacterianos. Nesse levantamento das produções biomiméticas, também foram verificados esforços para formular ferramentas destinadas a auxiliar projetistas ao longo das etapas criativas (Sá; Viana, 2023, Verbrugghe; Rubinacci; Khan, 2023).

Quanto ao cenário nacional, constata-se que estudiosos da biomimética vêm se dedicando principalmente a temas de pesquisa como: economia circular; ciência dos materiais; formas e processos naturais; prototipagem digital; e percepções do espaço construído. Segundo Camargo e Pelegrini (2014), Encontro de Sustentabilidade em Projeto (2021), Sá e Viana (2020) no contexto brasileiro, sobressaem-se aplicações em áreas como em arquitetura, *design*, arquitetura de interiores, engenharia, ciência dos materiais, moda e no campo da sustentabilidade.

Especificamente, no que se refere às publicações relacionadas à arquitetura e ao urbanismo, salientam-se as investigações que enfocam a resistência estrutural de elementos

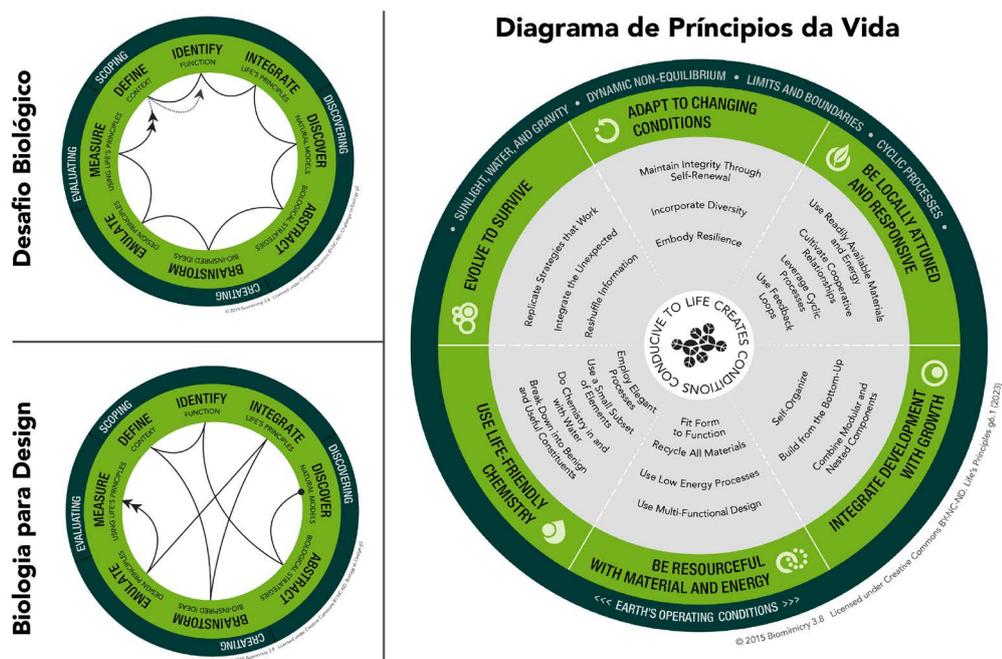
naturais, o uso de *softwares* paramétricos e prototipagem digital para a elaboração de projetos compostos por formas orgânicas e fluidas. Muitas propostas vêm sendo divulgadas em periódicos científicos como o Biomimetics Journal e o Mix Sustentável, na revista Zygote Quarterly e na base de dados Ask Nature. Essas produções sobre a temática da arquitetura biomimética enfatizam sustentabilidade e preservação ambiental, envolvendo materiais e processos de fabricação econômicos e biodegradáveis, bem como sistemas de operação passiva e baseados em neutralidade de carbono (Alali *et al.*, 2023; Arruda; Freitas, 2018; Biomimicry Institute, 2023; Mckeag, 2014; Verbrugghe; Rubinacci; Khan, 2023).

Diversos autores também destacam que o estudo da biomimética pode contribuir para o aprimoramento de competências de relevância para a aprendizagem e qualificação em projeto, a exemplo da pesquisa de Oliveira e Pires (2022) sobre modelagem digital de geometrias complexas da natureza e de trabalhos como o de Santos (2010) e de Tavsan, Tavsan e Sonmez (2015) sobre a adoção de conhecimentos biomiméticos em cursos de arquitetura e urbanismo para aprimorar habilidades de expressão gráfica e projetual. Ainda no que tange às contribuições biomiméticas na esfera construtiva, menciona-se a importância do bioclimatismo, vertente do campo arquitetônico que se destina ao aprimoramento da qualidade ambiental dos espaços por meio do condicionamento natural. Nessa abordagem, são considerados aspectos do clima e outras particularidades do meio (ex.: iluminação e ventilação naturais, vegetação, acústica, elementos térmicos) para realizar uma avaliação integrada que possa conduzir a soluções adequadas e sustentáveis (Romero, 2013; Romero; Silva; Teixeira, 2021).

Muitos projetos biomiméticos são fundamentados pelo uso de ferramentas que orientam o processo criativo. Dentre esses instrumentos, destacam-se as Lentes de *Design* Biomiméticas — também conhecidas como *Biomimicry Design Lens* ou Espirais Biomiméticas (Figura 1 à esquerda). O recurso proporciona duas abordagens possíveis

para projetos: uma baseada no problema de *design*, ou Desafio Biológico¹ e a outra baseada na solução biológica, denominada Biologia para *Design*². Uma vez que as Lentes de *Design* Biomiméticas orientam o desenvolvimento global de um projeto, é comum a utilização de recursos complementares em algumas de suas etapas, como o Diagrama de Princípios da Vida (Figura 1 à direita). O Diagrama fornece padrões abstraídos de sistemas naturais para guiar a tomada de decisões ao longo do processo de design. Tal ferramenta permite estabelecer prioridades e determinar se as criações são sustentáveis e contextualmente adequadas (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018).

Figura 1. À esquerda, as Lentes de Design Biomiméticas. À direita, o Diagrama de Princípios da Vida.



Fonte: adaptado de Biomimicry 3.8 (2023)

1 A abordagem *Challenge to Biology*, também conhecida como “Desafio Biológico”, ou abordagem “Baseada no Problema”, inicia-se com um *briefing* de *design* no qual são estabelecidos os desafios a serem resolvidos. Em seguida, as funções desejadas são identificadas. Então, aplica-se o Diagrama de Princípios da Vida para auxiliar na busca de formas e processos naturais que possam fornecer soluções. Após a pesquisa, as estratégias biológicas são abstraídas e suas especificidades são transformadas em funções de *design*. Por fim, os resultados são mensurados por meio de uma nova aplicação do Diagrama visando aprimoramentos ao projeto (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018; Sá, 2021).

2 A abordagem *Biology to Design*, também conhecida como “Biologia para *Design*”, ou abordagem “Baseada na Solução”, propõe um processo semelhante, mas em uma ordem diferente. Inicia-se com uma pesquisa livre e extensa sobre elementos naturais, seja através de pesquisas bibliográficas ou observações, que são posteriormente transformadas em projetos de *design*. Este segundo caminho exige uma maior familiaridade com os conhecimentos biológicos para ser efetivado (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018; Sá, 2021).



Conforme ressaltado anteriormente, a biomimética vem se expandindo em diferentes continentes, dadas as oportunidades de pesquisa e inovação suscitadas, muitas das quais almejam a superação dos desafios da transição climática e preservação ecológica. Para o presente estudo, escolheu-se o contexto geográfico da França, uma vez que este país tem investido em investigações bioinspiradas, conduzidas por instituições, tais como: Centro de Estudos e Expertise em Biomimética (Ceebios), Museu Nacional de História Natural (MNHN); a Escola Nacional Superior de Criação Industrial (ENSCI) e a Escola Nacional Superior de Artes e Ofícios (ENSAM). Exposições, eventos científicos e projetos biomiméticos têm sido organizados por empresas, universidades e grupos de pesquisa. Alguns exemplos dessas iniciativas são: a conferência anual Biomim'expo (NewCorp Conseil); o projeto Bioinspire-Museum (MNHN); a exposição permanente de biomimética na Cité des Sciences et de l'Industrie (Ademe, 2022; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; Ceebios; MTES, 2018; Cruz *et al.*, 2022).

Em síntese, considerando-se os pressupostos apresentados, empreendeu-se uma pesquisa exploratória e descritiva com o objetivo geral de analisar a aplicação de princípios biomiméticos e de sustentabilidade em projetos submetidos ao concurso arquitetônico para construção do Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz (França).

2. MÉTODO

Neste trabalho, optou-se pela metodologia denominada “estudo de casos múltiplos”. Essa abordagem permite analisar fenômenos contemporâneos complexos quando não é viável interferir sobre eles diretamente. Em essência, o pesquisador busca esclarecer um conjunto de características, ações e decisões do caso focalizado, bem como conhecer seus possíveis desdobramentos e impactos. Por meio da comparação e da interpretação crítica de informações e dados reunidos, é concebível estabelecer novas relações e conclusões (Neto; Arruda, 2017; Yin, 2014).

Na pesquisa aqui relatada, foram selecionados quatro projetos, submetidos ao concurso, organizado em 2019, para criação do edifício que constituiria o Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz, na França. Os dados foram obtidos através de buscas nas plataformas: Google Scholar, ResearchGate, Centre d'Études et d'Expertise en Biomimétisme (Ceebios), Comunidade de Aglomeração do País Basco (CAPB) e nos *sites* dos escritórios de arquitetura participantes. Primeiramente, foi feita uma leitura desse material, que estava disponível digitalmente, reunindo-se informações sobre o contexto da área de estudo e os fatores condicionantes do concurso. A próxima etapa compreendeu a coleta de dados específicos de cada projeto. Em seguida, visando à análise e à comparação dos casos, foi elaborado um sistema de categorias, cujos critérios de classificação foram adaptados daqueles propostos por Sá (2021) e Blanco, Lequette e Robert (2020), os quais foram complementados por parâmetros atinentes ao bioclimatismo e aos serviços ecossistêmicos. A Figura 2 apresenta uma síntese das etapas da pesquisa.

Figura 2. Diagrama ilustrativo da metodologia adotada.



Fonte: os autores, 2023.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Preliminarmente, é interessante fornecer um panorama acerca das condições gerais do concurso para projetos arquitetônicos do Polo de Excelência em Biomimética Marinha, que se constituiria em um ambiente multifuncional (espaços para pesquisa científica, ensino e estudo, escritórios de empresas e startups bioinspiradas). Determinou-se que as propostas idealizadas pelos arquitetos deveriam decorrer da aplicação de princípios biomiméticos, integrando-se aos ritmos, ao gabarito, à volumetria e à vegetação do tecido urbano circundante. O propósito da construção deveria ir além da sustentabilidade, tornando-se um exemplo de arquitetura regenerativa ao incluir o fornecimento de múltiplos serviços ecossistêmicos³. Para assegurar a inclusão dos requisitos de sustentabilidade e regeneração, estipulou-se o uso da etiquetagem sustentável internacional denominada Living Building Challenge⁴ (Ceebios; Région Nouvelle-Aquitaine, 2020; CAPB, 2019b; Cruz *et al.*, 2022; Veunac, *et al.*, 2019).

3.1. ESPECIFICAÇÕES DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

Para melhor compreensão dos casos estudados, é válido reportar algumas características do local de implantação previsto para o Polo de Excelência. No que concerne à cidade, Biarritz possui um clima oceânico temperado, com temperaturas amenas (média anual de 14,5 °C) e uma pluviosidade significativa ao longo de todo ano (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

3 Serviços ecossistêmicos são os benefícios (materiais ou imateriais) que os ecossistemas proporcionam à humanidade. Comumente, são classificados em quatro categorias: a) provisão - abastecimento de água, alimentos, matérias-primas, energia, recursos genéticos e medicinais; b) regulação - purificação do ar e da água, fixação de carbono, regulação climática, controle de erosão e alagamentos, controle natural de doenças e pragas, polinização, decomposição de resíduos, estabilização de sedimentos; c) suporte - manutenção do solo, fotossíntese, ciclo de nutrientes, ciclo da água, cadeia alimentar, proteção contra raio solar ultravioleta, manutenção da biodiversidade; e d) serviços culturais - saúde física e bem-estar mental, turismo, lazer, identidade cultural, experiências estéticas, desenvolvimento intelectual, sentido de lugar, inspiração e criatividade (Corrêa, 2023; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023).

4 Living Building Challenge (LBC) é uma etiquetagem criada pelo International Living Future Institute que incentiva a construção de edifícios sustentáveis e regenerativos. Integra um *framework* com 20 requisitos distribuídos em sete categorias de desempenho, denominadas “pétalas” - lugar, água, energia, materiais, saúde, equidade e beleza (Ceebios; Biomim’City Lab, 2022; Kos, 2023).

O lote está situado na avenida Milady, a 600 m do mar, em frente ao museu da Cité de l'Océan e possui uma área de 5.800m², dos quais 2.900 m² são destinados à construção (Figura 3). Os limites norte e sul do terreno estão direcionados para um denso tecido suburbano. A vista oeste, alcança o campo de golfe Ilbarritz. A leste, observa-se uma área arborizada da reserva de biodiversidade do Lago de Mouriscot. Originalmente, o lote integrava a rede hídrica natural local (que se estendia até o oceano), delimitando uma grande zona úmida rica em biodiversidade. Contudo, após o processo de urbanização de Biarritz, a área foi progressivamente cercada por construções e vias de circulação de automóveis. Atualmente, o lote é classificado como uma zona natural no Plano Local de Urbanismo, em vigor, fator impeditivo de construção nesse espaço (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; CAPB, 2019a; 2019c; Loperena; Garnier, 2018; MRAE, 2019).

Todavia, com base em avaliações ambientais do local, mesmo estando próximo a algumas reservas de preservação ambiental, o lote não fazia parte de nenhuma delas. Devido às modificações antrópicas – que alteraram a topografia para a execução de valas de captação de águas pluviais – o espaço tornou-se um gramado de reduzido suporte para a biodiversidade. Pesquisas de campo assinalaram que: a) além de algumas plantas comuns da região da Aquitânia, há uma abundância de espécies exóticas e invasoras no referido lote (exemplo: bambuzal); b) o potencial de nidificação nessa área é quase nulo; e c) há uma reduzida variedade de espécies botânicas de interesse para polinizadores. Por conseguinte, é pertinente recuperar o interesse ecológico desse espaço e estimular a regeneração da fauna e da flora locais. Assim, o comitê do projeto solicitou uma compatibilização da legislação para que fosse possível construir no local, desde que a edificação resultante fornecesse serviços ecossistêmicos mais variados e abrangentes do que os atuais (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; CAPB, 2019a; 2019c; Loperena; Garnier, 2018; MRAE, 2019).

Figura 3. Lote selecionado para o concurso.



Fonte: os autores, adaptado de Google Earth, 2023. Acesso em 2023

3.2. ESTUDO DE CASOS

O concurso arquitetônico contou com 33 candidaturas, das quais cinco foram finalistas. Após a pesquisa na literatura, constatou-se a indisponibilidade de informações sobre a proposta de uma dessas cinco equipes, o que restringiu a análise a quatro projetos, respectivamente: Bechu & Associés, Rougerie + Tangram, Patrick Arotcharen e ChartierDalix, Hiru e Zefco (Ceebios; Biomim'City Lab). No intuito de favorecer a compreensão da análise comparativa dos casos, propõe-se, inicialmente, uma breve descrição de cada um deles.

3.2.1. CASO 1

O edifício Estran (Figura 4) foi concebido pelo escritório de arquitetura Bechu & Associés. A construção recebeu o nome adotado na língua francesa para designar a zona

entremarés, que constituiu a principal inspiração natural para o projeto. Este tipo de área é dividido em níveis (supralitoral, mesolitoral e infralitoral), passando por períodos alternados de submersão nas águas oceânicas e revelando-se um espaço de rica biodiversidade. Outra inspiração biológica do projeto foram as ascídias, organismos marinhos que se alimentam por filtração (subfilo Tunicata). A proposta arquitetônica resultou em um edifício adaptável ao contexto, autossuficiente em recursos hídricos e que remete a um ecossistema complexo (Bechu & Associés, 2020a; 2020b; Blanco; Lequette; Robert, 2020; Chayaamor-Heil; Vitalis, 2021).

O projeto possuía diversas qualidades biofílicas, como uma grande área de lazer no teto, incluindo um mirante, espelhos d'água e jardins de espécies nativas. A cobertura seria um grande *wetland* composto por tanques de fitodepuração que coletam as águas pluviais e as águas cinzas, purificando-as e redistribuindo-as para uso no próprio edifício. Os excedentes de água filtrada seriam utilizados para regar os jardins e na agricultura urbana. As superfícies aquáticas e vegetadas tanto facilitariam a integração do edifício na paisagem natural, como contribuiriam para a eficiência energética do edifício (conforto térmico, evapotranspiração) favorecendo, também, a redução dos efeitos de ilha de calor. Tal paisagismo estimularia a presença de polinizadores e enriqueceria a biodiversidade local. Outras estratégias foram aplicadas para otimizar o conforto térmico e visual, incorporando poços de luz que permitiriam a passagem de iluminação natural (Bechu & Associés, 2020a; Blanco; Lequette; Robert, 2020).

O Caso 1 propôs uma estimativa de desempenho da construção para acompanhar a promoção de serviços ecossistêmicos ao longo do tempo, focalizando os seguintes aspectos: a) produção de energia solar, geotérmica e biogás; b) fornecimento de água potável; c) tratamento de esgoto e resíduos; d) prevenção de alagamentos e gestão de águas pluviais; e) produção alimentar em aquacultura; f) regulação da erosão do solo; g) proteção da biodiversidade; e g) promoção de um espaço educativo, recreativo e cultural (Bechu & Associés, 2020a; Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Figura 4. Projeto Estran da equipe Bechu & Associés.



Fonte: adaptado de Bechu & Associés, 2020a; 2020b. Acesso em 2023

3.2.2. CASO 2

A candidatura do escritório de arquitetura Rougerie + Tangram (Figura 5), em parceria com o instituto de pesquisa Nobatek/INEF4 apoiou-se em uma variedade de modelos biológicos inspiradores: a) grutas subaquáticas basearam a volumetria das abóbadas da cobertura; b) esponjas marinhas serviram de modelo para filtragem, gestão de águas, promoção da biodiversidade; e c) bactérias bioluminescentes inspiraram um sistema de bioutilização que ofereceria iluminação noturna sustentável – evitando perturbar as espécies locais (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Rougerie + Tangram, 2023).

A solução arquitetônica encontrava-se na interseção entre o uso de técnicas vernaculares e recursos de inovação sustentável. A edificação consistia em uma série de suaves abóbadas interconectadas, adaptadas à topografia em declive do lote. Essa estrutura seria feita em três camadas de alvenaria de bloco de terra comprimido (feitos com material das escavações do próprio lote), dispostos sucessivamente, de modo semelhante às espículas de silício encontradas em esponjas-de-vidro (*filo Porifera*), garantindo-se resistência em uma solução simples e sustentável. Além disso, o telhado verde e as abóbadas

proporcionariam conforto por inércia térmica. Grandes aberturas nas laterais poderiam garantir a entrada de luz natural; aberturas zenitais e o formato da cobertura também auxiliariam na ventilação natural (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

A proposta abarcava recursos biofílicos multissensoriais para oferecer espaços de lazer e relaxamento ao ar livre, facilitando o acesso à natureza e melhorando a paisagem construída da região. O paisagismo na cobertura foi planejado com espécies nativas distribuídas em diferentes alturas e espessuras, o que permitiria a criação de uma variedade de habitats favoráveis à biodiversidade. Os projetistas também propuseram um corredor ecológico que conectasse as áreas arborizadas à reserva ambiental do Lago de Mouriscot, incluindo-se ecodutos, caixas de nidificação e jardins com espécies locais (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Sistemas de coleta, armazenamento e filtragem de água da chuva, águas negras e cinzas do edifício foram igualmente inspirados nas esponjas marinhas e tinham como propósito a utilização desses insumos já filtrados no próprio edifício, devolvendo o excedente de água limpa ao oceano. Para tanto, tanques armazenariam as águas coletadas, que seriam tratadas em processos de vermifiltração e fitodepuração (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Figura 5. Projeto de Rougerie + Tangram.



Fonte: adaptado de Rougerie + Tangram, 2023. Acesso em 2023

3.2.3. CASO 3

A edificação, intitulada Ocean Start, foi idealizada pelo escritório Patrick Arotcharen (Figura 6), tendo como inspiração as formas das dunas oceânicas e as ondas do mar. Ambas são elementos de um ecossistema interativo e diverso e possuem características de adaptabilidade e modularidade. A volumetria em curvas suaves se harmonizaria com a paisagem do local, visto que os arquitetos mantiveram a elevação dos pisos em níveis semelhantes àqueles já encontrados na topografia original. Adicionalmente, a forma da cobertura visaria proteger a edificação dos fortes ventos costeiros e das intempéries. As abóbadas teriam beirais para regular a iluminação natural. No que concerne a produção energética, o projeto do Ocean Start previa um conjunto de eficientes painéis solares e um sistema geotérmico (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

O paisagismo foi idealizado para ser uma continuidade da biodiversidade circundante já existente no local. Assim, no lado mais próximo da orla, um ecossistema de dunas se transformaria, progressivamente, em jardins inspirados em charnecas, que, por sua vez, se mesclariam em um conjunto vegetado que seria semelhante à floresta que

fica do outro lado do terreno. A cobertura verde no topo do edifício também manteria as temperaturas amenas, por meio da evapotranspiração e da massa de solo e vegetação que isolariam o teto. Ademais, também seria uma passarela para pedestres, conectando o lote de leste a oeste (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

A implantação do edifício, de modo semienterrado, propiciaria benefícios de regulação térmica, pois a massa do solo manteria o conforto dos ambientes internos, principalmente no verão. O Ocean Start seria uma construção apoiada em pilotis, o que permitiria manter a circulação e a absorção das águas em locais designados no nível do solo, possibilitando que esse volume desaguasse em um riacho, situado mais adiante no terreno. Nesse sentido, a cobertura também atuaria como sistema de captação das águas, que seriam armazenadas em tanques de retenção e decantação onde se daria a filtragem. Essas águas poderiam ser utilizadas no funcionamento do próprio edifício, como também poderiam ser devolvidas ao meio natural. Além disso, a estrutura proposta era baseada em um sistema de pilares e vigas de concreto sobre os primeiros níveis que seria substituído por estruturas em madeira nos outros pisos. Os arquitetos também programaram a reversibilidade do projeto, o que viabilizaria a reutilização de materiais (vidro, madeira e concreto) em novas construções (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

Figura 6. Projeto Ocean Start.



Fonte: adaptado de Ceebios, 2023; Arotcharen, 2019. Acesso em 2023

3.2.4. CASO 4

A equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco (Figura 7) buscou estabelecer estratégias ambientais e bioclimáticas baseadas na inspiração em elementos da natureza, como a zona costeira e as funções ecossistêmicas das dunas (adaptabilidade, biodiversidade e filtragem de água). Diversos materiais utilizados na construção também foram baseados na natureza, como: fachada em madeira (OSB reciclado, pinho), revestimentos de impermeabilização para a cobertura em cânhamo; isolamento em material de celulose, pisos em granilite de conchas de moluscos; concreto de ostras; sinalização e mobiliário em resina de escamas de peixe; tinta de paredes e teto à base de algas (Zefco, 2023).

A edificação seria dividida em níveis, tirando partido da declividade original do lote. Por estar parcialmente coberta com terra e vegetação, o edifício teria uma inércia térmica que, juntamente com os materiais de isolamento em celulose, favoreceriam o conforto térmico. Outrossim, a estrutura em viga sobre pilares otimizaria o uso de materiais, gerando grandes vãos que criariam espaços multiuso. A pintura anticorrosão

proporcionaria resistência contra as intempéries do local. Recursos de iluminação e ventilação natural foram incorporados, como um muro cortina na fachada oeste com beirais para proteção da insolação direta e sistemas de ventilação pelo teto (aberturas e exaustores). Além disso, a construção disporia de um sistema de coleta e tratamento de águas pluviais por meio de tanques de fitodepuração (Zefco, 2023).

O paisagismo das fachadas e da cobertura acolheria a vida selvagem local. Idealizou-se a distribuição de 25 ninhos para a avifauna e 25 caixas para abrigar morcegos. A proposta integraria 100 m² de solo plantado e uma cobertura verde de 1.650 m² em vegetação semiextensiva, totalizando dois estratos vegetais diferentes, sendo um arborizado. Estimava-se que o projeto aumentaria em 80% o potencial de biodiversidade do espaço. A proposta dessa equipe seria autossuficiente em energia, contando com a produção geotérmica e solar (Zefco, 2023).

Figura 7. Projeto da equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco.



Fonte: adaptado de ©ChartierDalix, 2023. Acesso em 2023

3.3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS

Visando examinar comparativamente os projetos, empregou-se um sistema composto por 12 categorias extraídas dos trabalhos de Sá (2021) e Blanco, Lequette e Robert (2020),

que foram complementadas por fatores de certificação ambiental, bioclimatismo e serviços ecossistêmicos. Salienta-se que os elementos apresentados na Tabela 1 foram baseados no arcabouço teórico sobre o desenvolvimento de projetos biomiméticos, e na definição dos componentes do Diagrama de Princípios da Vida apresentados por Baumeister et al. (2014). A escolha das categorias de análise também foi respaldada pelos trabalhos de Zari (2012) e sua especificação das interfaces existentes entre serviços ecossistêmicos, fatores de sustentabilidade e biomimética. Assim, a tabela a seguir oferece uma síntese organizadora dos parâmetros examinados, possibilitando uma visão global dos quatro projetos arquitetônicos.

Tabela 1. Categorização dos casos analisados.

Categorias	Caso 01	Caso 02	Caso 03	Caso 04
Certificação ambiental	LBC e HQE	LBC e HQE	LBC	LBC
Abordagem biomimética	Desafio Biológico	Desafio Biológico e Biologia para Design	Desafio Biológico	Desafio Biológico
Nível de adaptação biomimética	Comportamento e ecossistema	Morfologia, comportamento e ecossistema	Morfologia e ecossistema	Morfologia, comportamento e ecossistema
Elementos naturais selecionados	Zona entremarés, ascídias	Esponjas marinhas, bactérias bioluminescentes, gruta submarina	Dunas e ondas do mar	Dunas
Princípios biológicos utilizados	Filtração natural, divisão em níveis	Filtração natural, bioluminescência, estrutura em abóbada	Filtração natural, modularidade, adaptabilidade	Filtração natural, modularidade, adaptabilidade
Aspectos do Diagrama de Princípios da Vida adotados	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento Evolução para sobrevivência	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos
Aspectos bioclimáticos e sustentáveis	Poços de luz, brises, beirais, ventilação cruzada e geotérmica, espelhos d'água, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (madeira, concreto), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração)	Bioluminescência, beirais, ventilação cruzada e zenital, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (bloco estrutural em terra), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração, ecodutos, caixas de nidificação)	Brises, beirais, ventilação cruzada, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (madeira), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração), reversibilidade da construção	Beirais, ventilação cruzada e zenital, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (tintas, madeira, isolamento, revestimentos, concreto e mobiliário), biodiversidade (vegetação nativa, caixas de nidificação, evapotranspiração)
Energias renováveis	Solar, geotérmica e biogás	Solar e bioluminescente	Solar e geotérmica	Solar e geotérmica
Serviços ecossistêmicos de provisão	Abastecimento de água Produção de alimentos Produção de matérias-primas	Abastecimento de água Produção de matérias-primas	Abastecimento de água	Abastecimento de água
Serviços ecossistêmicos de regulação	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos
Serviços ecossistêmicos culturais	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade
Serviços ecossistêmicos de suporte	Fotossíntese Ciclo da água Cadeia alimentar Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade

Fonte: os autores, 2023

Merece destaque que, além da certificação LBC, os Casos 1 e 2 incluíram a etiquetagem HQE⁵, utilizada para mensurar a qualidade da iluminação natural (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Rougerie + Tangram, 2023).

Tendo em conta a diferenciação feita por Baumeister *et al.* (2014) sobre as abordagens biomiméticas, verificou-se que três casos utilizaram exclusivamente a abordagem baseada no problema e, o Caso 2, de acordo com informações coletadas por Blanco, Lequette e Robert (2020), optou pela combinação das duas abordagens biomiméticas principais. Os quatro projetos foram respaldados por inspiração biomimética multinível, sendo que os Casos 2 e 4 abrangeram os três níveis descritos por Chayaamor-Heil; Guéna; Hannachi-Belkadi (2018) e Chayaamor-Heil (2023). Ou seja, em ambos, focalizaram-se forma, comportamento (ou processo) e ecossistema. A preferência pela perspectiva ecossistêmica em todos os casos converge com os trabalhos de Zari (2012; 2014) e Blanco *et al.* (2021), que insistiram na relevância dos serviços ecossistêmicos para projetos regenerativos em arquitetura e urbanismo, principalmente em função das oportunidades de gerar construções resilientes frente aos eventos climáticos extremos, contribuindo para mitigar as adversidades ambientais. Todavia, Blanco *et al.* (2021) alertaram que é necessário atingir uma compreensão aprofundada das estruturas biofísicas dos ecossistemas para que este nível biomimético seja aplicado com sucesso.

Coadunando-se ao contexto da implantação indicado para o Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz, as quatro equipes criativas se inspiraram em elementos oceânicos. Constata-se, ainda, uma similitude na escolha dos elementos entre as equipes: os Casos 1 e 2 orientaram-se por organismos marinhos poríferos e tunicados (ambos são sésseis quando adultos e possuem uma estrutura vertical cujas cavidades permitem a passagem de água), para propor soluções de filtração natural e de estrutura; os Casos 3 e 4 se

⁵ A HQE (Haute Qualité Environnementale) é uma certificação de qualidade ambiental de origem francesa, baseada em requisitos de desenvolvimento sustentável. Essa etiquetagem considera fatores, como: uso racional de recursos e energia, gestão patrimonial, qualidade de vida, performance econômica, redução de poluição e de resíduos. Tal certificação foi adaptada para uso no Brasil, sendo então denominada AQUA-HQE (Alliance HQE, 2023; Fundação Vanzolini, 2021).

inspiraram em dunas, sendo que o Caso 3 abarcou tanto a morfologia como as propriedades ecossistêmicas, enquanto o Caso 4 ficou circunscrito às suas funções ecossistêmicas.

Especificamente no que tange à biomimética marinha, é fundamental complementar que estudiosos vêm se dedicando à uma variedade de pesquisas, como: a) elaboração de novos materiais e biocompósitos inspirados em pele de tubarão e em moluscos para aplicações em medicina, vestuário e construção; b) produção de cimento ecológico inspirado em corais; c) geração de energias renováveis a partir da ondulação do mar e inspirada na locomoção de enguias e outros organismos oceânicos; d) criação de robôs e veículos baseados nas propriedades hidrodinâmicas de animais marinhos; e) uso de bioluminescência em edificações e mobiliário urbano; e f) emprego da biomineralização na criação tanto de estruturas semelhantes a corais para a regeneração de ecossistemas marinhos, como na aplicação do processo Biorock, de Wolf Hilbertz e de Tom Goreau, para produzir elementos arquitetônicos (Ahamat *et al.*, 2022; Bixler; Bhushan, 2013; Clark, 2020; Eel Energy, 2023; Exploration Architecture, 2023; Fernald, 2021; Glowee, 2023; Moored *et al.*, 2011; Pawlyn, 2019; Rostami; Garipcan, 2022; Zari, 2015).

Além disso, foi possível identificar fatores do Diagrama de Princípios da Vida em todos os casos pesquisados, mas somente no Caso 1 comprovou-se claro interesse pelo aspecto de Evolução para Sobrevivência, o qual estaria associado à estimativa de desenvolvimento da paisagem do projeto ao longo do tempo (Blanco; Lequette; Robert, 2020). Em relação aos parâmetros bioclimáticos e de sustentabilidade, foram encontradas especificações sobre iluminação natural no conjunto de projetos investigados. Assim, nos Casos de 1 a 4, cogitou-se o posicionamento de suas principais aberturas na direção sul do terreno, com uso de elementos de controle da insolação, como: brises, beirais e iluminação zenital. Enfatiza-se que, no Caso 2, estavam previstos recursos de iluminação bioinspirada por meio da utilização de bactérias bioluminescentes para iluminação noturna das áreas externas do prédio, o que evitaria perturbações para a fauna local.

Todas as propostas delinearão elementos de ventilação natural, como: átrios e pátios internos (Caso 1), ventilação geotérmica (Caso 1), ventilação zenital (Casos 2 e 4); circulação interna pelos pilotis (Casos 3 e 4). As quatro equipes escolheram utilizar o solo como condicionador térmico natural. Mais claramente, importa explicar que os projetos tinham poucos pavimentos e a topografia do lote apresentava notável declividade, o que possivelmente incentivou a preferência por construções semienterradas, as quais poderiam rentabilizar a inércia térmica da terra em proveito de seus projetos (Romero, 2013; Silva, Góes, 2022).

Como esperado, em todos os projetos, sugeriu-se o uso de materiais sustentáveis, sobretudo madeira. Desse modo, nos Casos 1 e 2, pretendia-se fazer aproveitamento dos próprios resíduos gerados na escavação do lote para produzir cimento e tijolos ecológicos. No Caso 4, havia previsão de outros insumos bioinspirados para a composição dos ambientes internos, como: tintas à base de algas; resina à base de escamas de peixes (sinalização e mobiliário); isolamento térmico em material de celulose; revestimentos e cimento feitos com partículas de conchas. Os quatro casos recomendaram a incorporação de materiais em cores claras (baixa absorção solar) e revestimentos naturais, que manteriam as temperaturas superficiais da edificação mais amenas, beneficiando o conforto térmico (Romero, 2013; Silva; Góes, 2022). Destaca-se que o Caso 3 foi o único a propor a reversibilidade do projeto, pois materiais como vidro, madeira e concreto poderiam ser reutilizados em novas construções.

Notou-se que os Casos 1 e 2 introduziram espelhos d'água ou água corrente em seus paisagismos. Conforme assinalado por Silva e Góes (2022) e Romero (2013), esses elementos são climatizadores naturais que auxiliam no processo de resfriamento evaporativo. Além disso, nos projetos aqui analisados, esses recursos estariam conectados aos sistemas de armazenamento, filtragem (fitodepuração) e escoamento das águas para os córregos circundantes. Ainda nas propostas paisagísticas, percebeu-se que os quatro casos estudados

mimetizaram características dos ecossistemas das redondezas, visando enriquecer a biodiversidade local, sendo que os Casos 2 e 4 conferiram atenção proeminente a esses aspectos de suporte à biodiversidade. Dessa maneira, a equipe Rougerie + Tangram propôs a construção de ecodutos e a disposição de caixas de nidificação, para que a construção funcionasse como um corredor ecológico; e a equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco também planejou instalar caixas de nidificação para a avifauna e morcegos.

Telhados verdes, compostos por uma variação na tipologia vegetal de cobertura, foram programados pelas equipes participantes do concurso. Tal estratégia favoreceria a eficiência energética do edifício e melhoraria o microclima urbano (isolamento térmico, absorção da radiação, retenção das águas da chuva). Ademais, o uso de espécies nativas da região poderia contribuir para a presença de polinizadores, além de ajudar na fixação de carbono, liberação de oxigênio e refrescar o ar por evapotranspiração (Corrêa, 2023; Silva; Góes, 2022). É interessante evocar que, de acordo com Viegas *et al.* (2020), a implantação de coberturas verdes pressupõe alguns requisitos para assegurar o desempenho térmico, a eficiência energética e a durabilidade. Segundo os autores, é indispensável: a) incluir especificações técnicas para evitar manifestações patológicas por falhas na impermeabilização ou na estrutura; b) efetuar manutenção preventiva e periódica da laje de cobertura; c) realizar uma previsão adequada do volume de águas pluviais no local; e d) garantir a irrigação do telhado para manter os índices de área foliar suficientes para obtenção de benefícios de conforto térmico.

Todos os projetos propuseram o uso de energias renováveis para responder à meta de autossuficiência energética. Nessa ótica, o uso de energia solar foi unânime. Contudo, surpreendentemente, nenhum deles apontou o uso de energia eólica, mesmo que o lote destinado à implantação estivesse situado em uma área costeira, caracterizada pela intensidade dos ventos.

No que se refere à promoção de bem-estar e conforto, constatou-se que os quatro

casos planejaram recursos de conforto térmico, luminoso e de qualidade do ar. No entanto, não se identificou alguma iniciativa vinculada ao conforto acústico. Considerando os princípios formulados por Browning, Ryan e Clancy (2014), é possível inferir que os quatro casos forneceria uma multiplicidade de experiências biofílicas.

A hipótese da obtenção da certificação ambiental LBC motivou a atenção dada a fatores de regeneração ambiental e serviços ecossistêmicos. Na Tabela 1, depreende-se que os Casos 1 e 2 inseriram mais serviços ecossistêmicos de provisão, em comparação com os demais. Mas, de qualquer modo, percebe-se, no conjunto de projetos, que serviços culturais e de regulação foram integrados de forma equilibrada.

Convém comentar acerca da insuficiência de informações sobre o desenvolvimento dos projetos, notadamente para a condução da investigação aqui relatada. Isso foi especialmente perceptível no que se refere à ausência de especificações dos materiais e sistemas nos documentos pesquisados relativos ao Caso 3, projeto vencedor do concurso. Adverte-se, ainda, que não se obteve informações sobre a classificação de cada projeto, na avaliação do júri integrante do concurso.

A análise dos casos permitiu observar uma confluência entre princípios do bioclimatismo e da biomimética em projetos de arquitetura regenerativa, principalmente por haver uma predominância de fatores como: integração de componentes do ecossistema e clima locais; uso de materiais sustentáveis baseados em elementos da natureza; instalação de sistemas passivos e econômicos em energia; e promoção de *habitat* compatível com a biodiversidade. Depreende-se, também, que a abordagem biomimética contribuiu para a convergência das necessidades sociais, econômicas e ambientais dos projetos, o que, por sua vez, resultou em soluções inovadoras para os desafios da construção.

Vale mencionar que, devido aos múltiplos entraves sociopolíticos da região, o projeto vencedor, submetido pelo escritório nomeado Patrick Arotcharen, não foi efetivado. Após diversas reuniões com representantes da região, decidiu-se pela realocação em um outro

espaço. Sendo assim, a proposta aprovada deverá ser reformulada para se ajustar ao novo contexto (Gourin, 2021). De acordo com o estudo de Blanco *et al.* (2021), vários projetos de inspiração natural enfrentam dificuldades semelhantes e acabam não passando para a etapa de implementação. Esses autores argumentaram que, provavelmente, isso não se deve à abordagem biomimética adotada. Blanco *et al.* (2021) conjecturaram a existência de uma variedade de motivos limitantes: o contexto altamente competitivo de concursos arquitetônicos e urbanísticos; a qualidade e os custos dos projetos; e a situação sociopolítica do local.

Em linhas gerais, é importante argumentar que, para alcançar a meta de ser genuinamente sustentável, cada caso precisaria ser apurado quanto a sua efetiva execução. Posto que nenhuma das criações atingiu essa fase, não se pode afirmar sobre seu desempenho sustentável. Nesse sentido, a literatura recomenda ações como a mensuração do ciclo de vida dos produtos e dos dispêndios com manutenção, bem como a avaliação das condições de descarte e do reaproveitamento de materiais (Vezzoli; Manzini, 2008; Wommer, Wanieck, 2022).

Por fim, nota-se que a inclusão da biomimética no cenário projetual revela aportes relevantes para a prática criativa, sobretudo quando se pretende dar ênfase à reabilitação ambiental. Mas, para que a aplicação almejada seja vantajosa e atinja seus propósitos, é preciso haver uma compreensão bem fundamentada dos princípios biológicos inspiradores, inclusive através de uma análise crítica sobre a transposição dos aspectos naturais para o meio criativo (Blanco *et al.*, 2021). Sendo assim, recomenda-se o uso de ferramentas criativas biomiméticas, como aquelas descritas por Fayemi (2016), Graeff, Maranzana e Aoussat (2021), Wanieck *et al.* (2017) e Sá (2021), no intuito de orientar o desenvolvimento de projetos biomiméticos (ex. Biomimicry Taxonomy Chart, Ask Nature, Biomimetree, Linkage, BioTRIZ).

4. CONCLUSÃO

Tal como estipulado no objetivo geral da pesquisa, empreendeu-se a identificação, análise e comparação acerca da aplicação de princípios biomiméticos, bioclimáticos e de sustentabilidade, em quatro projetos submetidos ao certame, destinado à construção do Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz (França), sendo que a metodologia de “estudo de casos múltiplos” se mostrou útil para o alcance das metas da investigação.

Assim, neste trabalho, discutiram-se contributos propiciados pela abordagem biomimética para o processo criativo arquitetônico comprometido com a reabilitação ambiental, tendo-se observado que a abordagem do “Desafio Biológico” favoreceu a integração de variados aspectos biomiméticos nos casos investigados, particularmente, aqueles relacionados aos organismos e ecossistemas marinhos. Além disso, a perspectiva bioinspirada foi compatível com a adoção da certificação ambiental Living Building Challenge proporcionando a geração de propostas inovadoras e regenerativas. Verificou-se que os projetos resultantes foram fundamentados pela inserção de diversos princípios bioclimáticos para assegurar o conforto térmico, luminoso e a qualidade do ar. Também foram priorizados o fornecimento de diversos serviços ecossistêmicos e a autossuficiência energética sustentável. Considerando as constatações feitas ao longo desta investigação, reafirma-se que projetos inspirados na natureza podem agregar vários benefícios para a sustentabilidade e a qualidade de vida, engajando-se no atendimento às demandas sociais e ambientais da atualidade.

Recomenda-se que, em futuras pesquisas, sejam empregados outros instrumentos para coleta de dados para complementar as evidências obtidas, tais como questionários e ferramentas biomiméticas. Entende-se, inclusive, que tais esforços podem ultrapassar o campo arquitetônico para abranger projetos urbanísticos, oferecendo mais aportes da biomimética marinha em propostas tanto inovadoras como sustentáveis. Diante da biodiversidade que caracteriza os ecossistemas nacionais, tais iniciativas mostram-se

inadiáveis no contexto brasileiro e merecem mais investimentos acadêmico-científicos. Em suma, tendo em vista a crescente expansão da biomimética, é preciso estimular o desenvolvimento de mais trabalhos em áreas específicas, a exemplo da inspiração em ecossistemas e organismos oceânicos.

5. REFERÊNCIAS

ADEME. **S'inspirer du vivant pour la transition écologique des bâtiments: fiche complémentaire à l'avis de marché.** França: 2022. 36 p. Disponível em: www.librairie.ademe.fr. Acesso em: 1º jun. 2023.

AHAMAT *et al.* **Innovative Approach for Biomimicry of Marine Animals for Development of Engineering Devices.** In: ÖCHSNER, Andreas; SILVA, Lucas F. M. da; ALTENBACH, Holm (ed.). *Advanced Maritime Technologies and Applications*. Estados Unidos: 2022. v. 166, p. 301–310. Disponível em: www.link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-89992-9_26. Acesso em: 1º jun. 2023.

ALALI *et al.* **Applications of biomimicry in architecture, construction and civil engineering.** *Biomimetics*, Suíça, v. 8, n. 202, ed. 2, p. 1-29, 2023. Disponível em: www.mdpi.com/2313-7673/8/2/202. Acesso em: 1º jun. 2023.

ALLIANCE HQE. **La certification: L'alliance des professionnels pour un cadre de vie durable.** França, 2023. Disponível em: www.hqegbc.org/qui-sommes-nous-alliance-hqe-gbc/la-certification-hqe. Acesso em: 1º jun. 2023.

AROTCHAREN, Patrick. **Agence d'architecture.** França, 2019. Disponível em: www.arotcharen-architecte.fr. Acesso em: 1º jun. 2023.

ARRUDA, Amilton José Vieira de (org.). **Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza.** São Paulo: Blucher, 2018. 261p.

ARRUDA, Amilton José Vieira de; FREITAS, Theska Laila de. **Novas estratégias da biomimética: as analogias no biodesign e na bioarquitetura.** *Mix Sustentável*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 73-82, 1 mar. 2018. Disponível em: www.sites.ojs.ufsc.br. Acesso em: 1º jun. 2023.

ARRUDA *et al.* (org.). **Tópicos em design: biomimética, sustentabilidade e novos materiais.** 3. Ed. Aum. Curitiba: Insight Editorial, 2019. 242 p. Disponível em: www.editorainsight.com.br/produto/topicos-em-design-biomimetica-sustentabilidade-e-novos-materiais-pdf. Acesso em: 1º jun. 2023.

BATISTE, Marine. **Ocean start biarritz: projet architectural par patrick arotcharen.** França, 2019. Disponível em: www.youtube.com/watch?v=9guC4g3nfBk&ab_channel=MarineBatiste. Acesso em: 1º jun. 2023.

BAUMEISTER *et al.* **Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices.** Montana, USA: *Biomimicry* 3.8, 2014. 285p.

BECHU & ASSOCIÉS. **Centre d'Excellence en Biomimétisme Marin de Biarritz.** França, 2020a. Disponível em: www.youtube.com. Acesso em: 1º jun. 2023.

BECHU & ASSOCIÉS. **Estran - Center of Excellence in Marine biomimicry of Biarritz.** França, 2020b. Disponível em: www.bechuetassocies.com/en/projet/estran. Acesso em: 1º jun. 2023.

BENYUS, Janine M. **Biomimétisme: quand la nature inspire des innovations durables.** Paris, França: Rue de l'Échiquier, 2011, 500p.

BIOMIMICRY 3.8. **Biomimicry DesignLens.** Estados Unidos, 2023. Disponível em: <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/biomimicry-designlens/>. Acesso em: 1º jun. 2023.

BIOMIMICRY INSTITUTE. **It's time to ask nature**. Estados Unidos, 2023. Disponível em: www.asknature.org. Acesso em: 1º jun. 2023.

BIXLER, Gregory; BHUSHAN, Bharat. **Fluid Drag Reduction with Shark-Skin Riblet Inspired Microstructured Surfaces**. *Advanced functional materials*, v. 23, ed. 36, p. 165-190, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201203683>. Acesso em: 1º jun. 2023.

BLANCO, Eduardo; CRUZ, Estelle; LEQUETTE, Chloé; RASKIN, Kalina; CLERGEAU, Philippe. **Biomimicry in french urban projects: trends and perspectives from the practice**. *Biomimetics*, Suíça, v. 6, ed. 27, p. 1-16, 2021. Disponível em: www.mdpi.com/journal/biomimetics. Acesso em: 1º jun. 2023.

BLANCO, Eduardo; LEQUETTE, Chloé; ROBERT, Caroline. **Projets Urbains Bioinspirés: un état des lieux des projets français**. França: Ceebios, 2020. 120 p. Disponível em: www.ceebios.com. Acesso em: 1º jun. 2023.

BROWNING, William; RYAN, Catherine; CLANCY, Joseph. **14 patterns of biophilic design**. Nova Iorque, USA: Terrapin Bright Green, 2014. Disponível em: www.terrapinbrightgreen.com. Acesso em: 1º jun. 2023.

CAMARGO, Maytê Galvão Pereira de; PELEGRINI, Alexandre Vieira. **Biomimetismo aplicado ao design sustentável no ambiente construído – uma revisão bibliográfica sistemática**. *Blucher Design Proceedings*, Gramado, v. 1, n. 4, dez. 2014. Disponível em: www.pdf.blucher.com.br/designproceedings/11ped/01058.pdf. Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Annexe de l'Avis de la Mission régionale d'autorité environnementale de la région Nouvelle-Aquitaine sur le projet de mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz par déclaration de projet relative au projet « Océan Start »**. França: 2019a. 25 p. Disponível em: www.communaute-paysbasque.fr. Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Dialogue compétitif en vue du recrutement d'une équipe de maîtrise d'oeuvre pour l'opération Pôle d'Excellence sur le biomimétisme marin: Fiche complémentaire à l'avis de marché**. Biarritz, França, 2019b. 7 p. Disponível em: www.communaute-paysbasque.fr. Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Mise en compatibilité du PLU de Biarritz avec déclaration de projet Ocean Start: réunion d'examen conjoint**. Biarritz, França, 2019c. 25 p. Disponível em: www.communaute-paysbasque.fr. Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; BIOMIM'CITY LAB. **Évaluer la qualité technique d'opérations bio-inspirées: outils d'évaluation d'une offre à destination de la maîtrise d'oeuvre & de la maîtrise d'ouvrage**. Senlis, França: Ceebios, 2022. 28 p. Disponível em: <https://ceebios.com/wp-content/uploads/2022/06/EvalQualiTechOpeBioInsp-BCL-web.pdf>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; MTES. **Biomimétisme en france: Un état des lieux**. França: 2018. 30 p. Disponível em: www.ceebios.com. Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE. **Projet urbain bio-inspiré: rapport de synthèse**. França: Ceebios, 2020. 32 p. Disponível em: www.ceebios.com/telechargements-references. Acesso em: 1º jun. 2023.

CHARTIERDALIX. **Pôle d'excellence sur le biomimétisme marin**. França, 2023. Disponível em: <https://www.chartier-dalix.com/fr/projets/pole-excellence-biomimetisme-marin-biarritz-64>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha. **From bioinspiration to biomimicry in architecture: opportunities and challenges**. *Encyclopedia*, Suíça, v. 3, ed. 1, p. 202-223, 2023. Disponível em: www.mdpi.com/2673-8392/3/1/14. Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha; GUÉNA, François; HANNACHI-BELKADI, Nazila. **Biomimétisme en architecture: état, méthodes et outils. Les Cahiers de la Recherche Architecturale Urbaine et Paysagère**, Paris, França, v. 1, p. 1-34, 2018. Disponível em: www.journals.openedition.org/craup. Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha; VITALIS, Louis. **Biology and architecture: An ongoing hybridization of scientific knowledge and design practice by six architectural offices in France**. *Frontiers of Architectural Research*, v. 10, p. 240-262, 2021. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263520300704. Acesso em: 1º jun. 2023.



CORRÊA, Rodrigo Studart. **REVEG Revegetação**. Brasília: Reabilita - curso de pós-graduação lato sensu em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística, 2023. 58p.

CRUZ *et al.* **Has biomimicry in architecture arrived in France? Diversity of challenges and opportunities for a paradigm shift**. *Biomimetics Journal*, Suíça, v. 7, n. 4, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2313-7673/7/4/212#B67-biomimetics-07-00212>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CRUZ, Estelle *et al.* **Biomimetic building skins: 30 data sheets**. França: 2022. 86 p. Disponível em: www.ceebios.com/telechargements-references. Acesso em: 10 jun. 2023.

DIAS, Eduardo. **A natureza no processo de design e no desenvolvimento do projeto**. São Paulo: Senai, 2014. 160p.

EEL ENERGY. **L'hydrolienne biomimétique unique au monde qui produit de l'électricité sans pollution**. França, 2023. Disponível em: www.eel-energy.fr. Acesso em: 15 jun. 2023.

ENSUS. **Anais Ensus, 2021**. II Fórum em Biônica & Biomimética. Florianópolis: UFSC, 2021. v. 8. 199 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223254> Acesso em: 1º jun. 2023.

GOOGLE EARTH. **Biarritz, 2023**. Disponível em: www.google.com.br/earth. Acesso em: 1º jun. 2023.

EXPLORATION ARCHITECTURE. **The Biorock Pavilion**. Reino Unido, 2023. Disponível em: www.exploration-architecture.com/projects/biorock-pavilion. Acesso em: 15 jun. 2023.

FAYEMI, Pierre-Emmanuel. **Innovation par la conception bio-inspirée**. Orientador: Améziène Aoussat. 2016. 247 f. Tese (Doutorado) - ENSAM, Paris, 2016. Disponível em: <https://www.theses.fr/>. Acesso em: 4 maio 2021.

FERNALD, Isabel. **Design opportunities with bioluminescent algae**. Estados Unidos: Arizona State University, 2021. Disponível em: www.keep.lib.asu.edu/items/147982. Acesso em: 15 jun. 2023.

GLOWEE. **C'est la mer qui nous éclaire !** França, 2023. Disponível em: www.glowee.com. Acesso em: 15 jun. 2023.

GOOGLE EARTH. **Biarritz**. Estados Unidos, 2023. Disponível em: www.google.com.br/earth/. Acesso em: 1º jun. 2023.

GOURIN, Raphaëlle. **Biarritz: le projet ocean start fait toujours des vagues**. França: Sud Ouest, 2019. Disponível em: www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-le-projet-ocean-start-fait-toujours-des-vagues-2474519.php. Acesso em: 1º jun. 2023.

GOURIN, Raphaëlle. **Biarritz: mis en suspens, le projet Ocean start ressurgit à la Milady en ce printemps 2021**. França: Sud Ouest, 2021. Disponível em: www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-mis-en-suspens-le-projet-ocean-start-ressurgit-a-la-milady-en-ce-printemps-2021-1949613.php. Acesso em: 1º jun. 2023.

GRAEFF, Eliot; MARANZANA, Nicolas; AOUSSAT, Ameziène. **Linkage, an Online Tool to Support Interdisciplinary Biomimetic Design Teams**. *Journal of Mechanical Design*, Estados Unidos, v. 143, ed. 10, p. 1-11, 2021. Disponível em: www.researchgate.net/publication/348877346_Linkage_an_Online_Tool_to_Support_Interdisciplinary_Biomimetic_Design_Teams. Acesso em: 6 jun. 2023.

ILIEVA *et al.* **Biomimicry as a sustainable design methodology: introducing the 'biomimicry for sustainability' framework**. *Biomimetics*, Suíça, v. 7, n. 2, p. 37, 2022. Disponível em: www.mdpi.com/2313-7673/7/2/37. Acesso em: 1º jun. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2023 Synthesis Report**. Suíça: 2023. 186 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 1º jun. 2023.

KOS, Darja. **EFIC Eficiência Energética, Conforto Ambiental e Certificações de Sustentabilidade**. Brasília: REABILITA pós-graduação lato sensu em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística, 2023. 53 p.

LEONARD PARIS. **Des solutions pour une ville écosystème.** In: USBEK & RICA. Le média qui explore le futur. França, 2020. Disponível em: www.usbeketrica.com/fr/article/des-solutions-pour-une-ville-ecosysteme. Acesso em: 1º jun. 2023.

LOPERENA, Laurence; GARNIER, Marion. **Évaluation environnementale de la déclaration de projet important mise en compatibilité du document d'urbanisme de Biarritz: projet ocean start.** Biarritz, França: CAPB. , 2018. 99 p. Disponível em: www.communaute-paysbasque.fr f. Acesso em: 1º jun. 2023.

MCKEAG, Tom. **Sahara Forest Project: seeing the forest for the trees.** Zygote Quarterly, v. 11, p. 10-35, 2014. Disponível em: www.zqjournal.org/. Acesso em: 1º jun. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Serviços Ecológicos.** Brasil, 2023. Disponível em: www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossisticos. Acesso em: 1º jun. 2023.

MOORED *et al.* **Batoid fishes: inspiration for the next generation of underwater robots.** Marine Technology Society Journal, Washington, USA, v. 45, n. 4, p. 99-109, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em : 1º jun. 2023.

MRAE. **Avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale de la région Nouvelle-Aquitaine sur le projet de mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz par déclaration de projet relative au projet « Océan Start ».** França: MRAE, 2019. 7 p. Disponível em: www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-conformes-de-la-mrae-nouvelle-aquitaine-en-a1217.html. Acesso: 1º jun. 2023.

NETO, Justino; ARRUDA, AMILTON; SOARES, Theska Laila de Freitas; MOURA, Edna. **Biomimicry as Methodological Tool for Technical Emancipation of Peripheral Countries.** In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 12., 2016, Belo Horizonte. Anais 12º P&D. Belo Horizonte : P&D, 2016. p 1-11. Disponível em: www.researchgate.net. Acesso em: 1º jun. 2023.

NETO, Alber; ARRUDA, Iago Bersot. **A abordagem de estudo de caso e a área de arquitetura, urbanismo e design: considerações a partir da análise de um periódico Qualis A2.** Revista Perspectiva Online: Humanas & Sociais Aplicadas, Rio de Janeiro, v. 19, p. 39-47, 2017. Disponível em: www.researchgate.net. Acesso em: 1º jun. 2023.

OLIVEIRA, Brunna Pereira de; PIRES, Janice de Freitas. **Biomimética, geometria complexa e modelagem paramétrica: uma estrutura de saber para arquitetura.** Mix Sustentável, Florianópolis, v. 8, n. 5, p. 63-73, 2022. Disponível em: www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5597/4917. Acesso em: 1º jun. 2023.

PAWLYN, Michael. **Biomimicry in architecture.** 2. Ed. Reino Unido: Riba Publishing, 2019. 171 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** Brasília: UnB, 2013. 127 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos; SILVA, Caio Frederico; TEIXEIRA, Ederson Oliveira (org.). **Reabilitação ambiental arquitetônica e urbanística.** 3. ed. aum. Brasília: UnB, FAU, Lasus, 2021. 261 p.

ROSTAMI, Sabra; GARIPCAN, Bora. **Evolution of antibacterial and antibiofouling properties of sharkskin-patterned surfaces.** Surface Innovations, v. 10, ed. 3, p. 165-190, 2022. Disponível em: www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/jsuin.21.00055. Acesso em: 15 jun. 2023.

ROUGERIE + TANGRAM. **Pole d'excellence du biomimetisme marin Biarritz.** França, 2023. Disponível em: www.rougerie-tangram.com/projet/pole-dexcellence-biomimetisme-marin. Acesso em: 14 jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de. **Ferramentas da biomimética no design: aportes da natureza para a prática projetual.** 2021. 185 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: www.repositorio.unb.br/handle/10482/43068. Acesso em: 5 jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de; VIANA, Dianne Magalhães. **Design and biomimicry: a review of interconnections and creative potentials.** Biomimetics Journal, Suíça, v. 8, n. 61, p. 1-16, 2023. Disponível em: www.mdpi.com/2313-7673/8/1/61. Acesso em: 1º jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de; VIANA, Dianne Magalhães. *Design e biomimética: uma revisão sobre o estado da arte no cenário brasileiro*. Mix Sustentável (Online), Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 137-150, 2020. Disponível em: www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4332/3489. Acesso em: 1º jun. 2023.

SANTOS, Claudemilson. **Desenho como processo de aplicação da biomimética na arquitetura e no design**. Tópos, São Paulo, v. 4, ed. 2, p. 144-192, 2010. Disponível em: www.revista.fct.unesp.br/index.php/topos. Acesso em: 1º jun. 2023.

SILVA, Caio Frederico e; GÓES, Thiago (org.). **Dicas bioclimáticas para um projeto mais sustentável**. Brasília: UnB, 2022. 64p.

TAVSAN, Cengiz; TAVSAN, Filiz; SONMEZ, Elif. **Biomimicry in architectural design education**. Procedia Social and Behavioral Sciences, Holanda, v. 182, ed. 2, p. 489-496, 2015. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815031079. Acesso em: 1º jun. 2023.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **AQUA-HQE**. Brasil, 2023. Disponível em: www.vanzolini.org.br. Acesso em: 1º jun. 2023.

VERBRUGGHE, Nathalie; RUBINACCI, Eleonora; KHAN, Ahmed Z. **Biomimicry in architecture: a review of definitions, case studies, and design methods**. Biomimetics, Suíça, v. 8, n. 107, p. 1-29, 2023. Disponível em: www.mdpi.com/2313-7673/8/1/107. Acesso em: 1º jun. 2023.

VEUNAC, Michel *et al.* **Réunion publique de concertation réglementaire, mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz - Déclaration de projet Océan Start**. Out. 2019. Disponível em: www.communaute-paysbasque.fr/concertations-reglementaires-1/concertation/biarritz-projet-de-realisation-de-logements-dans-le-secteur-aguilera-declaration-de-projet-valant-mise-en-compatibilite-du-plan-local-durbanisme-plu. Acesso em: 1º jun. 2023.

VEZZOLI, Carlos; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. EUA: Springer, 2008. 303 p.

VIEGAS *et al.* **Análise integrada do desempenho térmico, eficiência energética e durabilidade de uma cobertura verde**. In: Construção - Congresso de Construção Civil, 2020, Brasília. Anais do Congresso de Construção Civil Brasília: UnB, 2020. p. 87-97. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345820461_Analise_integrada_do_desempenho_termico_eficiencia_energetica_e_durabilidade_de_uma_cobertura_verde. Acesso em: 1º jun. 2023.

WANIECK *et al.* **Biomimetics and its tools. Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials**, Reino Unido, v. 6, n. 2, p. 53-66, 2017. Disponível em: www.icevirtuallibrary.com. Acesso em: 1º jun. 2023.

WOMMER, Kirsten; WANIECK, Kristina. **Biomimetic research for applications addressing technical environmental protection**. Biomimetics, Suíça, v. 7, ed. 182, p. 1-14, 2022. Disponível em: www.mdpi.com/journal/biomimetics. Acesso em: 1º jun. 2023.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 320 p.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Can biomimicry be a useful tool for design for climate change adaptation and mitigation?** In: PACHECO-TORGAL, Fernando *et al.* (ed.). *Biotechnologies and biomimetics for civil engineering*: Springer, 2015. cap. 4. Disponível em: www.springer.com/gp/book/9783319092867. Acesso em: 1º jun. 2023.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Ecosystem processes for biomimetic architectural and urban design**. Architectural Science Review, Reino Unido, v. 58, ed. 2, p. 106-119, 2014. Disponível em: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2014.968086. Acesso em: 1º jun. 2023.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Ecosystem services analysis for the design of regenerative urban built environments**. Building Research & Information, Reino Unido, v. 40, ed. 1, p. 54-64, 2012. Disponível em: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2011.628547. Acesso em: 1º jun. 2023.

ZEFCO. **Pôle biomimétisme marin: faire avec le contexte et la nature**. França, 2023. Disponível em: www.chartier-dalix.com/en/projects/centre-excellence-marine-biomimicry-biarritz-64. Acesso em: 1º jun. 2023.



EIXO 2

**ESPAÇO URBANO
E SUSTENTABILIDADE**

5

Certificações de sustentabilidade na escala urbana: como os sistemas de avaliação de desempenho consideram a relação entre a morfologia urbana, o conforto térmico externo e a eficiência energética nos empreendimentos urbanos

CAMPOS, Bruna Pacheco de¹; **FILHO**, Lucídio Gomes Avelino²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | arquiteturbunacampos@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | lucidio.arquitetura@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No contexto da crise climática, as cidades são indiscutivelmente relevantes, pois são parte do problema e da solução. Abrigando cerca de 55% da população mundial, o meio urbano consome 78% da energia e é o responsável por mais de 60% das emissões de gases de efeito estufa (ONU, 2019). Ao mesmo tempo, as cidades são grandemente impactadas pelas consequências da crise climática. O aumento da quantidade e da intensidade dos eventos climáticos extremos – secas, alagamentos, tempestades, ondas de frio e calor – atingem as cidades tanto quanto as demais áreas da superfície terrestre, no entanto, seus impactos assumem proporções maiores nos aglomerados urbanos. A baixa densidade de áreas verdes e a alteração dos ciclos naturais no ambiente urbano agravam os eventos climáticos, enquanto a alta concentração de pessoas e de infraestruturas afetadas tornam seus impactos sociais e econômicos mais significativos. Com a projeção de crescimento da população urbana para até 68% da população mundial em 2050 (ONU, 2019), tendem a crescer a demanda energética, as emissões, os riscos associados e, conseqüentemente, a relevância das cidades na crise climática. Diante de tudo isso, o ambiente construído

é visto como parte do problema e da solução ao aquecimento global (Naboni; Natanian; Brizzi; Florio, 2019).

Dentre os vários aspectos com influência sobre a forma como as cidades se relacionam com a crise climática, a morfologia urbana e as características do ambiente construído se destacam, pois, influenciam tanto as emissões quanto a capacidade de adaptação e mitigação das cidades aos eventos extremos. A forma como o espaço urbano se organiza, sua orientação e volumetria, bem como os materiais que o compõem, definem a incidência solar, a circulação de ar e a retenção de calor nestes ambientes, afetando o microclima urbano e o desempenho energético das edificações nele inseridas.

Diante da previsão de aumento das temperaturas globais e das, cada vez mais, frequentes ondas de calor, fica evidente a importância de se considerar a morfologia urbana para garantir a habitabilidade nas cidades. O estudo destas interações entre as características do ambiente construído e o microclima urbano é amplamente fundamentado pela literatura científica, assim como seus impactos na saúde e conforto das pessoas nas cidades (Aprea; Reder; Mercogliano, 2020). A exemplo disso, o fenômeno das ilhas de calor urbanas ilustra claramente os prejuízos causados pelo desenvolvimento urbano que desconsidera o clima, pois está associado ao aumento do desconforto térmico por calor, à piora da qualidade do ar ao nível do chão e ao aumento da demanda por resfriamento ativo nos ambientes internos.

Dessa forma, a morfologia tem potencial para ser protagonista na construção de espaços urbanos que emitem menos e convivem melhor com o aquecimento provocado pelas mudanças climáticas. No entanto, existem limitações na aplicação de estratégias associando o clima e a morfologia das cidades existentes. Já no desenvolvimento de novos espaços urbanos, como loteamentos, bairros planejados e condomínios, a aplicação dessas estratégias se torna uma oportunidade mais viável. Nesse sentido, uma das formas de estimular que novos empreendimentos urbanos considerem a morfologia em seus projetos

e planejamentos é por meio das certificações de sustentabilidade.

Certificações de sustentabilidade são ferramentas com objetivo de promover a transformação da indústria da construção civil abordando os desafios ambientais ao mesmo tempo em que compreendem as necessidades específicas deste mercado (USGBC, 2014). Elas promovem a inovação e a implementação das melhores práticas de projeto, auxiliando a melhorar a performance do ambiente construído e a torná-lo mais saudável e confortável para as pessoas.

Na escala das edificações, as certificações de sustentabilidade já foram amplamente revisadas por artigos científicos que exploram e comparam como os temas são abordados em cada uma delas. No entanto, existem poucos estudos voltados a certificações de sustentabilidade para empreendimentos de escala urbana. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as certificações de sustentabilidade na escala urbana para entender se e como as interações entre a morfologia urbana, o conforto térmico nas áreas externas e as estratégias passivas de eficiência energética são abordadas por elas.

Para tal, utilizou-se como abordagem metodológica uma adaptação das revisões sistemáticas. Os guias de referência das certificações foram utilizados como base para o desenvolvimento de uma investigação estruturada, utilizando “uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada” (Linde; Willich, 2003). Como resultado, foram observados alguns padrões e diferenças na abordagem das certificações analisadas e alguns temas que demandam investigações futuras.

2. OBJETIVOS

- **Objetivo Geral:** analisar se e como as certificações de sustentabilidade na escala urbana (como campus, comunidades, loteamentos, bairros e cidades) abordam as interações entre a morfologia urbana, o conforto térmico nas áreas externas e as

estratégias passivas de eficiência energética.

- **Objetivos Específicos:**

1. identificar se as certificações de sustentabilidade consideram os impactos da morfologia no clima urbano;
2. identificar quais as principais estratégias de ocupação urbana adaptada ao clima mencionadas pelas certificações;
3. identificar quais certificações possuem critérios mais rigorosos (aplicação de itens obrigatórios relacionados aos temas);
4. identificar quais certificações oferecem maior bonificação às estratégias de ocupação urbana adaptada ao clima (aplicação de maior peso/pontuação nos itens).

3. METODOLOGIA

Diante da quantidade de certificações de sustentabilidade disponíveis no mercado mundial e da variedade de estruturas de organização que estas podem adotar, a metodologia utilizada neste trabalho buscou primeiramente restringir o universo de análise e então avaliar as certificações selecionadas de forma a reduzir o impacto das variações de estrutura nos resultados obtidos.

Como as certificações utilizam terminologias diferentes para elementos com a mesma função, neste artigo padronizou-se tratar por “item/itens” da certificação os elementos tratados como “*credit*”, “*prerequisite*” e “*issue*” nas certificações estudadas.

A metodologia consiste em três etapas principais: (1) seleção das certificações a serem analisadas, (2) filtragem dos itens relativos aos temas em estudos, (3) análise dos itens.

4. ETAPA 1 – SELEÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES

A seleção das certificações a serem analisadas levou em consideração três critérios: o tipo de certificação, sua relevância e a disponibilidade de material para a análise.

4.1. TIPO DE CERTIFICAÇÃO

Certificações de sustentabilidade podem ser aplicadas a uma vasta gama de empreendimentos imobiliários, desde residências unifamiliares e edifícios em altura, até condomínios, bairros planejados e mesmo cidades. Além disso, certificações de sustentabilidade podem ser aplicadas em diferentes momentos do ciclo de vida de um empreendimento, como na fase de planejamento e projeto, de obra ou de operação.

Diante dos objetivos definidos para o trabalho, foram selecionadas certificações de planejamento e projeto aplicáveis a escala das comunidades, o que incluía bairros planejados, condomínios e empreendimentos de escala urbana.

4.2. RELEVÂNCIA DA CERTIFICAÇÃO

Alguns dos benefícios da aplicação de certificações de sustentabilidade são: (1) orientar o planejamento e projeto quanto aos aspectos relevantes a serem observados do ponto de vista da sustentabilidade; (2) garantir através da verificação por uma entidade independente que um empreendimento atendeu critérios mínimos e conhecidos de sustentabilidade; e (3) comparar o nível de sustentabilidade entre diferentes empreendimentos (pelo nível de certificação atingido).

Do ponto de vista do ranqueamento de sustentabilidade e da validação por terceira parte, ponderou-se que quanto maior a representatividade da certificação no mercado e a credibilidade do auditor, maior a relevância da certificação para os objetivos desta análise. Quanto à orientação ao planejamento e projeto, buscou-se trazer à análise certificações desenvolvidas por entidades de diferentes localidades geográficas, ponderando que a

variação dos contextos climáticos, culturais e de abordagem projetual das diferentes localidades poderia influenciar a estrutura e as medidas propostas pelas certificações, o que enriqueceria o estudo.

4.3. DISPONIBILIDADE DE MATERIAL

Como sistemas estruturados de requisitos, certificações de sustentabilidade normalmente possuem documentos oficiais que apresentam os itens considerados pela certificação, neste trabalho tratados por guias de referência. O último critério de seleção utilizado foi a disponibilidade de acesso do pesquisador a este material.

4.4. CERTIFICAÇÕES SELECIONADAS

De uma lista inicial de dez certificações, quatro foram selecionadas para as fases seguintes, representando três entidades desenvolvedoras e três continentes:

- a. **BREEAM Comunidades:** certificação lançada em 2008, pelo Instituto de Pesquisa em Edificações (*Building Research Establishment* - BRE). Trata-se de uma organização estabelecida no Reino Unido, mas a certificação é aplicável internacionalmente, sendo utilizada principalmente por projetos europeus. Nesta pesquisa, utilizou-se a versão de agosto de 2017 do guia de referência.
- b. **LEED para Desenvolvimento de Bairros - Planejamento:** certificação lançada em 2009, pelo Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos (*US Green Building Council* - USGBC). O selo LEED é o mais amplamente utilizado internacionalmente e o LEED ND foi a primeira certificação de escala urbana com a marca. Nesta pesquisa, utilizou-se a versão v4 do guia de referência, lançada em agosto de 2018.
- c. **PEARL Comunidade - Projeto e Construção:** certificação lançada em 2010, pelo Conselho de Planejamento Urbano de Abu Dhabi (*Abu Dhabi Urban*

Planning Council – UPC). A certificação PEARL é parte de um plano de metas de sustentabilidade do próprio governo e foi desenvolvida especificamente para o contexto do oriente médio. Nesta pesquisa, utilizou-se a versão de abril de 2010 do guia de referência.

- d. **LEED para Comunidades – Planejamento e Projeto:** certificação beta lançada em 2018, também pelo Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos (USGBC). Foi incluída na pesquisa por ser a certificação LEED mais recente a abordar a escala das comunidades planejadas e por ter apresentado uma boa adesão ao mercado brasileiro. Nesta pesquisa, utilizou-se a versão de fevereiro de 2021 do guia de referência.

5. ETAPA 2 – FILTRO TEMÁTICO

5.1. PESQUISA POR PALAVRAS-CHAVE

A fim de filtrar quais itens das certificações abordam os temas de interesse da pesquisa, foi realizada uma busca por palavras-chave em cada um dos guias de referência selecionados. Foram utilizados 10 termos de busca associando morfologia urbana ao conforto térmico em áreas externas e a eficiência energética: Orientação, Volumetria, Passivo, Microclima, Conforto Térmico, Conforto de Pedestres, Conforto Externo, Ilha de Calor, Calor Urbano, Confortável¹.

Para cada palavra-chave pesquisada, foram registrados o número de vezes que o termo foi identificado no guia de referência e a lista dos itens que as mencionaram.

5.2. CLASSIFICAÇÃO DE ENFOQUE

Cada um dos itens que mencionaram as palavras-chave pesquisadas foi analisado

¹ A pesquisa utilizou os termos em inglês: “*Orientation*”, “*Massing*”, “*Passive*”, “*Microclimate*”, “*Thermal Comfort*”, “*Pedestrian Comfort*”, “*Outdoor Comfort*”, “*Heat Island*”, “*Urban Heat*”, “*Comfortable*”.

individualmente, visando entender o objetivo do item e confirmar que a palavra-chave estava efetivamente sendo utilizada no contexto dos temas da pesquisa.

A partir da leitura e análise de cada um dos itens, foi realizada a classificação destes em 3 categorias de enfoque, sem sobreposições: (1) itens diretamente associados aos temas da pesquisa, (2) itens indiretamente associados aos temas da pesquisa e (3) itens não associados aos temas da pesquisa.

Foram consideradas as seguintes definições para as categorias de enfoque mencionadas:

- a. **Diretamente Associados:** itens onde as palavras-chave foram mencionadas no contexto dos temas da pesquisa e cujo objetivo do item é principalmente voltado aos temas da pesquisa. Por exemplo, o item LC-R4: Estratégia de Conforto Térmico Externo (*“LC-R4: Outdoor Thermal Comfort Strategy”*), da certificação PEARL, menciona a palavra-chave “Conforto Térmico” no contexto dos temas de pesquisa e tem como objetivo melhorar o conforto térmico externo.
- b. **Indiretamente Associados:** itens onde as palavras-chave foram mencionadas no contexto dos temas da pesquisa, mas cujo objetivo do item é voltado a outro aspecto da sustentabilidade. Nesses itens, de maneira geral, os temas da pesquisa têm influência sobre o objetivo do crédito, mas são apenas uma das variáveis envolvidas e não o objetivo principal. Por exemplo, o item LC-1: Práticas de Apoio ao Transporte (*“LC-1: Transit Supportive Practices”*), da certificação PEARL, menciona a palavra-chave “Conforto Térmico” no contexto dos temas de pesquisa, no entanto tem como objetivo facilitar o uso do transporte público.
- c. **Não Associados:** itens onde as palavras-chave foram mencionadas em um contexto não associado aos temas da pesquisa.

6. ETAPA 3 – ANÁLISES

6.1. PERCEPÇÃO DE RELEVÂNCIA DOS TEMAS

Dois recursos utilizados por certificações para atribuírem relevância a um tema são (1) tornar um ou mais itens relativos ao tema obrigatórios a todos os projetos que buscam ser certificados com o selo e (2) atribuir uma pontuação alta aos itens opcionais relativos ao tema.

A fim de entender a relevância atribuída aos temas da pesquisa dentro das certificações analisadas, os itens classificados como Diretamente Associados tiveram as pontuações relativas levantadas e foram classificados quanto ao tipo (obrigatório / opcional) e ao tema (conforto térmico externo / estratégias passivas de eficiência energética).

6.2. APROFUNDAMENTO DOS TEMAS

Por fim, os itens classificados como Diretamente Associados foram detalhadamente analisados visando entender como são abordados, quais aspectos considerar e quais requisitos aplicam. Ao final, cada um dos itens foi classificado quanto ao seu requisito variando entre (a) descritivo; (b) prescritivo e (c) baseado em performance.

Foram consideradas as seguintes definições para as categorias de requisitos mencionadas:

- a. **descritivos:** aqueles cujo atendimento é demonstrado através de uma narrativa explanatória de como os assuntos requeridos pelo item foram abordados no projeto. Por exemplo: o item SE 08 – Microclima (“*SE 08 – Microclimate*”) da certificação BREEAM tem como requisito a apresentação de um estudo de microclima para o empreendimento.
- b. **prescritivos:** aqueles cujo atendimento é demonstrado pela implementação no projeto de uma ou mais das estratégias listadas pelo item. Por exemplo: o

item NPDc14 – Arborização Alinhada e Sombreamento Viário (“*NPDc14 – Tree-Lined and Shaded Streetscapes*”) da certificação LEED ND tem como requisito que pelo menos 40% do comprimento das calçadas do empreendimento seja sombreado por árvores ou estruturas permanentes com alta refletância.

- c. **baseados em performance:** aqueles cujo atendimento é demonstrado pela performance combinada das estratégias implementadas no caso específico do projeto. Por exemplo: o item GIBp1 – Performance Energética Mínima das Edificações (“*GIBp1 – Minimum Building Energy Performance*”) da certificação LEED ND tem como requisito que as edificações da comunidade sejam no mínimo 2% mais eficientes que a edificação de referência, o que deve ser demonstrado através de simulação computacional específica.

A Tabela 1 compila as informações levantadas.

Tabela 1. Levantamento de Informações

	Orientação	Volumetria	Passiva	Microclima	C. Térmico	C. Pedestre	C. Externo	Ilha de Calor	Calor Urbano	Confortável	Diretamente	Indiretamente	Não Associado	Pontuação	Obrigatório	Opcional	Conforto T.E.	E.P.E.E.	Performance	Prescritiva	Descritiva
BREEAM Comunidades																					
Número de Menções	5	0	0	23	6	0	0	8	3	6											
Itens Associados	5	0	0	3	1	0	0	2	1	3	2	3	3	14	1	2	1	1	1	1	2
RE 01	X										X			11	X	X		X	X	X	X
TM 01	X												X								
SE 07				X						X		X									
SE 08				X	X			X	X	X	X			3		X	X				X
SE 04	X												X								
SE 10	X			X				X					X								
TM 02	X												X								
TM 06										X		X									
LEED ND																					
Número de Menções	61	2	19	3	3	1	0	41	9	21											
Itens Associados	5	0	6	2	1	1	0	4	3	14	4	2	16	4	1	3	2	2	1	4	0
NPDp1	X					X				X		X									
GIBp1	X		X		X						X			0	X			X	X	X	
SLLc3										X			X								
SLLc4										X			X								
SLLc5										X			X								
SLLc7				X									X								
NPDc1										X			X								
NPDc3										X			X								
NPDc5								X	X				X								
NPDc7										X			X								
NPDc8										X			X								
NPDc9				X						X			X								
NPDc10				X						X			X								
NPDc13										X			X								
NPDc14								X	X	X	X		X	2		X	X				X
NPDc15										X			X								
GIBc8								X					X								
GIBc9				X				X	X		X		X	1		X	X				X
GIBc10	X		X								X		X	1		X	X				X
GIBc11				X									X								
GIBc12	X			X									X								
GIBc17	X									X			X								
PEARL Comunidade																					
Número de Menções	7	2	17	10	27	4	1	0	11	1											
Itens Associados	5	2	4	7	5	1	1	0	2	3	6	6	1	12	3	3	4	3	0	4	2
NS-R1	X			X								X									
LC-R4	X			X	X						X			0	X		X			X	X
RE-R1	X	X									X			0	X		X				X
RE-R2	X		X								X			0	X		X				X
NS-4				X									X								
LC-1					X								X								
LC-3				X									X								
LC-6									X				X								
LC-9				X	X	X				X	X		X	4		X	X				X
LC-10				X	X								X								
RE-1	X	X	X	X	X	X				X	X		X	6		X	X				X
RE-2				X					X		X		X	2		X	X				X
IP-1							X			X			X								
LEED para Comunidades																					
Número de Menções	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4											
Itens Associados	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NSc3								X				X									
TRc1										X		X									
TRc2										X		X									
TRc3										X		X									

Fonte: Autor (2023).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1. ETAPA 2 - FILTRO TEMÁTICO

7.1.1. PESQUISA POR PALAVRAS-CHAVE

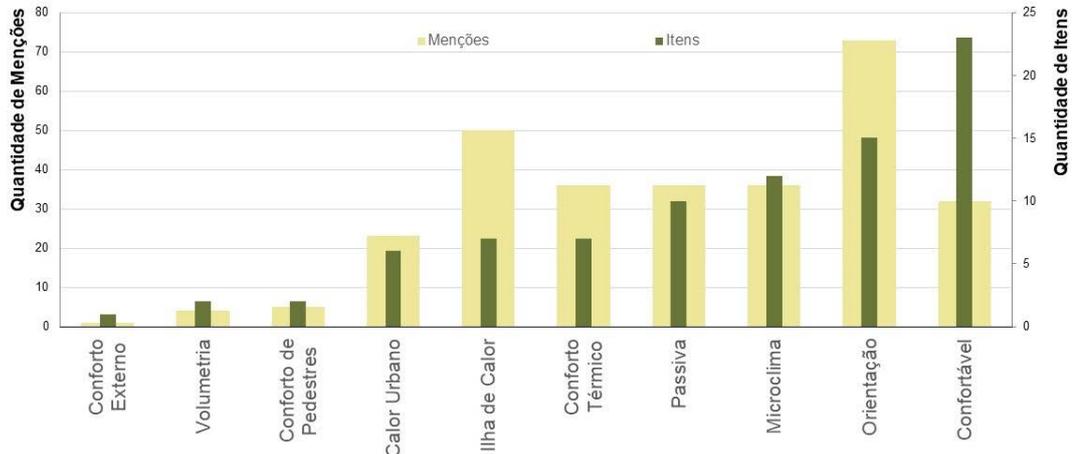
A pesquisa por palavras-chave resultou em 296 menções totais, considerando os 10 termos pesquisados e os 4 guias de referência. Os termos mais citados foram “Orientação” (73), “Ilha de Calor” (50) e “Conforto Térmico” (36), enquanto os termos menos citados foram “Conforto Externo” (1), “Volumetria” (4) e “Conforto de Pedestres” (5). A certificação com maior quantidade de menções às palavras-chave foi a certificação LEED ND com 50% (160) das menções totais, enquanto a certificação LEED para Comunidades foi a que apresentou o menor número de menções, apenas 2% (5). No entanto, ressalta-se que não é possível realizar comparações ou inferências entre as certificações a partir dos resultados da pesquisa por palavras-chave, pois os guias de referência possuem tamanhos e níveis de detalhamento significativamente diferentes, o que pode distorcer as conclusões.

Ao todo, 47 itens foram associados aos termos pesquisados, sendo que os termos que resultaram em mais itens associados foram “Confortável” (23), “Orientação” (15) e “Microclima” (12), enquanto “Conforto Externo” (1), “Volumetria” (2) e “Conforto de Pedestres” (2) resultaram em um menor número de itens associados. A certificação LEED ND foi a que apresentou a maior número de itens associados às palavras-chave, 47% (22), seguida pela certificação PEARL, 28% (13), BREEAM, 17% (8) e LEED para Comunidades, 8% (4).

O Gráfico 1 relaciona o número de vezes que um termo foi citado e a quantidade de itens com o qual foi relacionado e ressalta algumas discrepâncias. O termo “Confortável” foi associado com a maior quantidade de itens, no entanto, figura na sexta posição quanto ao número de menções, demonstrando que o termo é utilizado poucas vezes no mesmo item. Já os termos “Orientação”, “Conforto Térmico” e “Ilha de Calor” apresentaram o

comportamento oposto, sendo mencionados proporcionalmente mais vezes por item associado.

Gráfico 1. Busca por Palavras-Chave



Fonte: Autor (2023).

7.1.2. CLASSIFICAÇÃO DE ENFOQUE

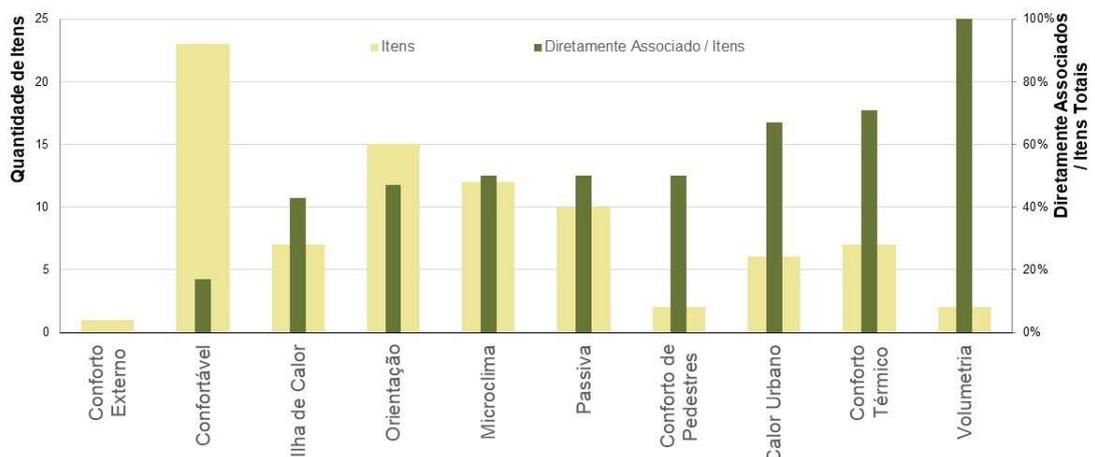
Dos 47 itens que mencionaram as palavras-chave, 25% (12) foram classificados como Diretamente Associados aos temas da pesquisa, 30% (14) como Indiretamente Associados e 45% (21) como Não Associados.

Os termos que resultaram em maior número de itens Diretamente Associados ao tema da pesquisa foram “Orientação”, “Microclima”, “Passiva” e “Conforto Térmico”, com 7, 6, 5 e 5 itens, respectivamente. A palavra-chave que resultou em maior número de itens Não Associados ao tema da pesquisa foi “Confortável” (13 itens não associados), seguida de “Orientação” e “Passiva” (5 e 4 itens, respectivamente). A palavra-chave que resultou em maior número de itens Indiretamente Associados ao tema da pesquisa também foi “Confortável” (6 itens não associados), seguida de “Microclima” e “Orientação” (4 e 3 itens, respectivamente).

Em comparação com os resultados obtidos na pesquisa por palavras-chave, a classificação por enfoque demonstrou que alguns dos termos de busca utilizados foram

proporcionalmente mais associados aos temas da pesquisa do que outros (Gráfico 2). Utilizando o indicador “número de itens classificados como Diretamente Associados / número de itens associados totais” para cada uma das palavras-chave da pesquisa, observou-se que apenas 17% dos itens associados ao termo “Confortável” eram Diretamente Associados ao tema da pesquisa, enquanto 26% eram Indiretamente Associados e a maior parcela de itens, 57%, não estava em contexto associado ao conforto térmico em áreas externas ou a estratégias passivas de eficiência energética. Os termos de busca que apresentaram a melhor correlação com os temas da pesquisa foram “Volumetria” (100% diretamente associado, 2 itens associados), “Conforto Térmico” (71% diretamente associado, 7 itens associados) e “Calor Urbano” (67% diretamente associado, 6 itens associados).

Gráfico 2. Associação da palavra-chave aos temas da pesquisa



Fonte: Autor (2023).

Em relação às certificações, dos quatro guias analisados, 75% deles apresentaram itens diretamente associados aos impactos da morfologia urbana e das características do ambiente construído no conforto térmico e desempenho energético das comunidades.

O PEARL Comunidade foi a certificação que apresentou maior quantidade de itens com enfoque nos temas da pesquisa, contribuindo com 50% (6) dos itens Diretamente Associados e 43% (6) dos itens Indiretamente Associados (Gráfico 3). As certificações LEED ND e BREEAM contribuíram com 33% e 17% dos itens Diretamente Associados,

respectivamente, e a certificação LEED para Comunidades não apresentou nenhum item Diretamente Associado a conforto térmico em áreas externas ou a estratégias passivas de eficiência energética.

Comparando o total de itens filtrados por certificação com a classificação de enfoque, observou-se que a certificação LEED ND apresentou a pior taxa de conversão. Apesar de ter contribuído com 47% dos itens que mencionava um ou mais dos termos pesquisados (22 itens), 73% destes itens (16) foram classificados como Não Associados. Ou seja, apenas 18% dos itens inicialmente identificados eram efetivamente Diretamente Associados aos temas da pesquisa (Gráfico 4).

Gráfico 3. Porcentagem das certificações nas classificações de enfoque

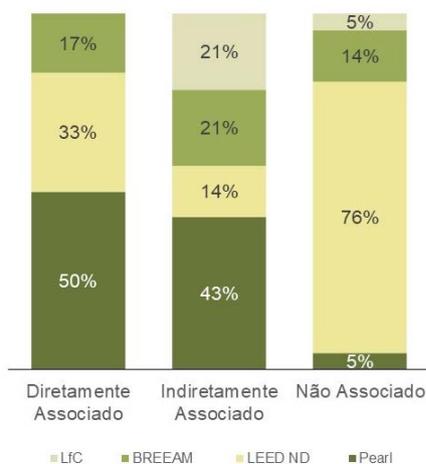
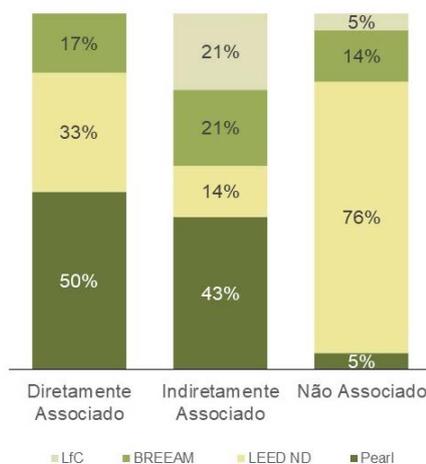


Gráfico 4. Itens por certificação



Fonte: Autor (2023).

7.2. ETAPA 3 - ANÁLISES

7.2.1. PERCEPÇÃO DE RELEVÂNCIA DOS TEMAS

Dos 12 itens Diretamente Associados aos temas da pesquisa, 5 são obrigatórios e 8 são opcionais ². Todas as certificações com itens nesta categoria apresentaram pelo menos

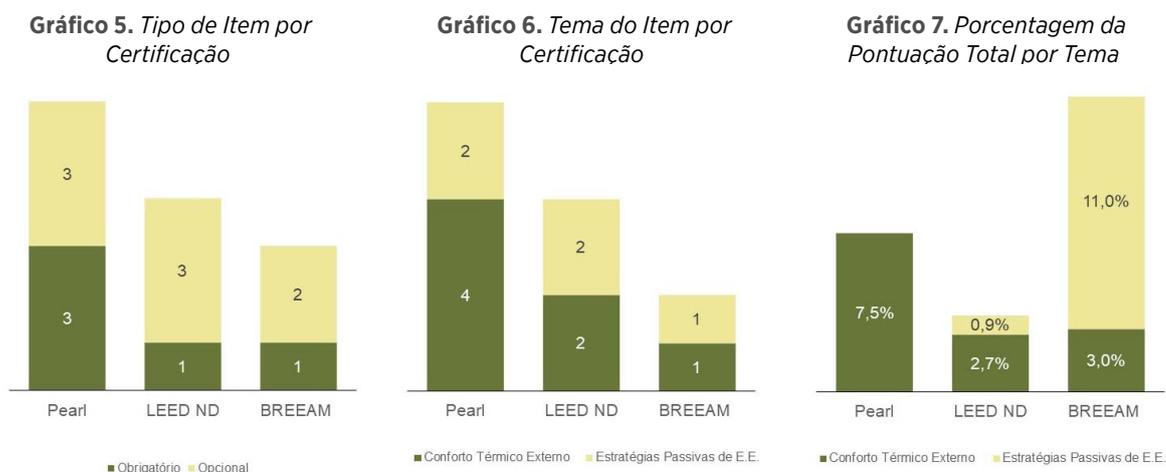
² Um dos itens da certificação BREEAM Comunidades contém requisitos obrigatórios e opcionais, por isso foi contabilizado nos dois grupos.

1 item classificado como obrigatório, no entanto, apenas a certificação PEARL apresentou um item obrigatório enquadrado no tema de conforto térmico das áreas externas enquanto as certificações LEED ND e BREEAM abordaram o tema apenas nos itens opcionais.

A certificação com maior pontuação atribuída a itens Diretamente Associados ao tema da pesquisa foi a certificação BREEAM com 14 pontos, o que representa 14% da pontuação máxima da certificação, seguida pela certificação PEARL com 12 pontos (7,5%) e a certificação LEED ND com 4 pontos (3,6%).

Uma grande variação na distribuição de pontos entre os temas da pesquisa em cada uma das certificações foi observada. O tema “Estratégias Passivas de Eficiência Energética representa” 11% da pontuação total da certificação BREEAM, enquanto na certificação LEED ND este tema representa apenas 0,9%. Já o tema de “Conforto Térmico nos Ambientes Externos” possui representatividades similares na pontuação das certificações LEED ND e BREEAM, mas desponta com 7,5% dos pontos totais na certificação PEARL Comunidade.

É importante ressaltar que, neste caso, a estrutura das certificações impactou significativamente a percepção de relevância apresentada acima. Pois a forma como os requisitos são abordados, se em itens combinados ou independentes, obrigatórios ou opcionais, pode distorcer a pontuação associada a um tema para mais ou para menos. Por exemplo, a certificação BREEAM possui 11 pontos associados a um crédito que aborda estratégias passivas para eficiência energética, no entanto, esta pontuação não é associada apenas a estratégias passivas, mas ao conjunto de estratégias de eficiência energética da comunidade, incluindo, entre outras coisas, sistemas elétricos, mecânicos e geração renovável. De forma similar, a pontuação associada às estratégias passivas de eficiência energética na certificação LEED ND pode passar a impressão de que o tema é menos relevante na certificação do que o conforto nos ambientes externos, no entanto, a certificação possui itens obrigatórios associados à eficiência enquanto o conforto em ambientes externos é abordado apenas nos itens opcionais.



Fonte: Autor (2023).

7.2.2. APROFUNDAMENTO DOS TEMAS

a. Conforto Térmico nas Áreas Externas

O BREEAM e o PEARL abordam conforto térmico nas áreas externas com uma visão holística. Ambas as certificações demandam avaliações do impacto do empreendimento no microclima³ e iniciam com requisitos de simples atendimento que avançam progressivamente em termos de complexidade.

Na certificação PEARL, o desenvolvimento da estratégia de conforto térmico para as áreas externas é parte dos requisitos de atendimento de um item obrigatório (LC-R4: Estratégia de Conforto Térmico Externo). Trata-se de um requisito descritivo, porém a certificação é clara sobre o conteúdo da narrativa. São indicados tópicos mínimos relacionados a morfologia (orientação, sombreamento, ventilação), propriedade dos materiais utilizados (refletância, massa térmica) e estratégias de resfriamento, além de oferecer um direcionamento sobre espaços públicos prioritários para eventuais intervenções propostas (calçadas, estacionamentos, praças). Além disso, é importante ressaltar que, ainda como parte do item obrigatório, todos os projetos devem atender a um requisito de sombreamento mínimo dos espaços públicos.

³ PEARL usa o termo “Estratégia de Conforto Térmico Externo” (“*Outdoor Thermal Comfort Strategy*”), BREEAM usa o termo “Estudo de Microclima” (“*Microclimate Study*”).

Os três itens opcionais que abordam conforto térmico externo na certificação PEARL apresentam requisitos prescritivos e estão organizados por tipo de estratégia. O item “RE-1: Estratégias Comunitárias para Resfriamento Passivo” (“RE-1: *Community Strategies for Passive Cooling*”) apresenta estratégias relativas a definições iniciais de desenho e uso do solo, como a orientação da malha urbana, a volumetria das edificações e o posicionamento dos espaços verdes. O item “LC-9: Melhorias no Conforto Térmico Externo” (“LC-9: *Improved Outdoor Thermal Comfort*”) apresenta estratégias de remoção de calor, especialmente associadas à ventilação e sombreamento, explorando medidas como ventilação cruzada, torres de vento, paredes verdes vazadas e “ventilação descendente” (“*downwashing*”)⁴. Por fim, o item “RE-2: Redução do Calor Urbano”, aborda estratégias para redução da retenção de calor, com medidas como sombreamento e seleção de materiais de alta refletância para pavimentações. Conforme demonstrado, a maior parte das estratégias propostas pela certificação PEARL são voltadas especificamente para redução do calor, o que se justifica pelo fato de esta certificação ter sido desenvolvida especificamente para o contexto climático de Abu Dhabi.

A certificação BREEAM reúne toda a problemática do conforto térmico em apenas um item (SE 08 – Microclima, “SE 08 – *Microclimate*”), o qual aborda o estudo de microclima de forma mais ampla, incluindo alguns tópicos mínimos não relacionados ao conforto térmico, como poeira, poluição e paisagem acústica. Apenas o desenvolvimento do estudo de microclima já é passível de uma pontuação inicial na certificação, porém, projetos que implementem medidas para minimizar os impactos negativos, alcançam pontuações superiores. No entanto, a certificação não apresenta medidas prescritivas mínimas e nem define métricas claras para definir se condições microclimáticas mais favoráveis foram alcançadas.

A certificação LEED ND aborda o conforto térmico organizando seus itens por tipo

⁴ *Building downwash* é um efeito de ventilação que ocorre quando um edifício muito alto é rodeado por edifícios mais baixos. O edifício mais alto bloqueia a passagem do vento e a redireciona para baixo, causando um fluxo de vento em direção ao solo. Por consequência, esse efeito provoca a significativa circulação de ar no nível do solo (Ribeiro, 2023).

de estratégia, com um item direcionado a sombreamento (NPDC14 – Arborização Alinhada e Sombreamento Viário) e outro a seleção de materiais com alta refletância (GIBC9 – Redução de Ilhas de Calor, “GIBC9 – Heat Island Reduction”). Ambos os itens apresentam medidas prescritivas que devem ser implementadas por um mínimo da área ou das vias do empreendimento para demonstrar atendimento, mas nenhum dos itens leva em consideração o impacto da morfologia urbana no microclima.

Na avaliação do conforto térmico nos ambientes externos, as simulações computacionais são mencionadas pelas certificações PEARL e BREEAM, porém nenhum dos itens analisados utilizou métricas baseadas em performance para avaliar o conforto térmico nos ambientes externos. Ainda assim, a certificação PEARL foi a única a apresentar mecanismos para valorizar a aplicação de técnicas avançadas de análise⁵ para a otimização e comprovação dos resultados das estratégias propostas.

b. Estratégias Passivas de Eficiência Energética

As três certificações com itens Diretamente Associados a estratégias passivas de eficiência energética abordam duas escalas: a escala das edificações e a escala urbana – o que também engloba a performance dos edifícios dentro do empreendimento. No entanto, enquanto o LEED ND e o PEARL possuem itens obrigatórios especificamente dedicados à escala das edificações, o BREEAM aborda as duas escalas no mesmo item.

Na escala urbana, o BREEAM e o PEARL requerem como requisito obrigatório que os empreendimentos desenvolvam uma estratégia de energia⁶ holística, sendo que as estratégias passivas de eficiência energética são apenas um dos aspectos a serem considerados. No entanto, a abordagem e os tópicos mínimos obrigatórios a serem apresentados nas narrativas

5 O item “RE-1: Estratégias Comunitária para Resfriamento Passivo” apresenta uma alternativa cujo requisito é demonstrar a aplicação de técnicas avançadas de análise solar e de ventos, como por exemplo: análise de exposição solar, modelagem computacional da dinâmica dos fluidos (CFD) e teste de túnel de vento.

6 PEARL usa o termo Estratégia Energética da Comunidade (“Community Energy Strategy”), BREEAM usa o termo Estratégia Energética (“Energy Strategy”).

de comprovação destes requisitos variam significativamente entre as duas certificações.

No PEARL, a estratégia de energia é analisada sob a ótica da demanda energética, exigindo que projetos apresentem informações como o consumo anual de energia (MWh), a demanda de pico (MW) e o potencial de geração de energia renovável local. As estratégias passivas de eficiência energética, como orientação das vias, disposição, volumetria e orientação das edificações e estratégias de sombreamento, são consideradas itens mínimos obrigatórios a serem discutidos nas estratégias de energia – o que deixa claro que a certificação não só reconhece a relevância dos aspectos morfológicos urbanos na performance energética, mas também exige que eles sejam considerados pelos empreendimentos que buscam o selo. No entanto, o item possui apenas requisitos descritivos e não estabelece critérios mínimos para os empreendimentos.

No BREEAM, a estratégia de energia na escala urbana é analisada sob a ótica das emissões de carbono associadas à demanda energética. Para atender ao requisito obrigatório, os empreendimentos devem apenas apresentar estimativas das emissões de CO₂ considerando um cenário de referência e o cenário de projeto, sendo que, como requisito opcional, podem pontuar quanto à redução de emissões alcançada do cenário de projeto em relação ao cenário de referência. Neste contexto, as estratégias passivas de eficiência energética, como a orientação das vias e quadras, o sombreamento e a ventilação natural, são mencionadas dentre os tópicos mínimos a serem abordados na estratégia energética da comunidade.

Na escala das edificações, o PEARL exige que as comunidades certificadas com o selo elaborem diretrizes de eficiência energética e as imponham a todos os edifícios a serem desenvolvidos dentro do empreendimento. O item é claro sobre o conteúdo mínimo das diretrizes, que incluem estratégias passivas (orientação do edifício, proporção de vidro das fachadas, definições de envoltória e sombreamento), definição dos sistemas elétricos e mecânicos (HVAC, iluminação, medição) e alternativas de geração de energia renovável.

O LEED ND, por sua vez, concentra as estratégias na escala das edificações no item obrigatório “*GIBp1 – Performance Energética Mínima das Edificações*”. Este item requer que o empreendimento demonstre que as suas edificações obterão uma performance energética eficiente e prevê três formas de atendimento, sendo duas delas prescritivas e uma baseada em performance. As alternativas prescritivas demandam a implementação das medidas obrigatórias e recomendadas pela norma americana ASHRAE 90.1/2010. A alternativa baseada em performance, requer que os projetos demonstrem, através de simulação computacional, que as edificações no empreendimento possuirão desempenho energético mais eficiente⁷ do que um edifício de referência modelado conforme o Apêndice G da ASHRAE 90.1/2010. Nesse item, ao longo de todas as alternativas apresentadas, a única estratégia passiva mencionada diretamente, no texto do guia de referência da certificação, é a orientação da edificação, embora outras estratégias possam ser mencionadas na norma supracitada.

Na escala urbana, a orientação das quadras e dos edifícios também é a única estratégia passiva considerada no LEED ND. No item opcional “*GIBc10 – Orientação Solar*” (“*GIBc10 – Solar Orientation*”), são bonificados projetos que alinhem suas quadras e edificações dentro de um intervalo de 15° acima ou abaixo do eixo Leste-Oeste.

Na temática da eficiência energética, todas as certificações mencionaram simulações computacionais, porém abordando apenas a escala das edificações. Em todos os casos, as simulações computacionais são aplicadas de forma estruturada, com métricas claras, metodologias definidas e de forma conjunta com requisitos de performance, como metas de redução de consumo em relação a uma referência⁸.

⁷ O percentual mínimo de redução do consumo para atendimento do requisito varia entre 2% e 5%, a depender do tipo de edificação.

⁸ Na certificação PEARL a simulação computacional é abordada no item “*RE-5: Energy Efficient Buildings*”, que não foi analisado nesta pesquisa porque não menciona os termos de busca utilizados e não aborda diretamente os temas estudados.

8. CONCLUSÃO

O impacto da morfologia urbana e das características do ambiente construído no microclima e no desempenho energético das cidades, já foi reconhecido e incluído entre os temas abordados pelas principais certificações de sustentabilidade na escala urbana. No entanto, observa-se uma significativa variação na abordagem e na profundidade com que esta relação é tratada nas certificações estudadas.

Na temática do conforto térmico em ambientes externos, duas abordagens contrastantes foram identificadas. Algumas certificações fazem uso de requisitos descritivos e requerem o desenvolvimento de estratégias de conforto partindo de uma visão global do empreendimento em seu contexto. Outras certificações abordam diretamente os fatores de influência de maneira isolada, utilizando-se de requisitos prescritivos para sombreamento ou seleção de materiais de alta refletância, por exemplo. As duas abordagens possuem aspectos negativos e positivos que dependem de discussões mais amplas e fundamentadas em estudos de caso para que possam ser comparadas de forma assertiva. Alguns dos aspectos a serem mais bem compreendidos em avaliações futuras são: quais abordagens propiciam maior flexibilidade e autonomia para o desenvolvimento do *masterplan*? Quais estimulam mais os planejadores a refletirem sobre os impactos da urbanização no microclima das cidades? Quais permitem a assimilação e incorporação das estratégias de sustentabilidade de forma mais fácil? E finalmente, qual abordagem leva os empreendimentos a alcançarem melhores níveis de conforto térmico nos ambientes externos?

Na temática das estratégias passivas de eficiência energética, as abordagens propostas pelas certificações seguiram um padrão de segmentação da análise em duas escalas, a escala urbana e a escala dos edifícios, embora haja sobreposições significativas entre elas. No que tange a escala urbana, a mesma diferenciação de abordagem identificada na temática de conforto térmico foi constatada. Algumas certificações mantiveram o foco

no desenvolvimento de estratégias holísticas, com requisitos descritivos, enquanto outras focaram na implementação direta e objetiva das melhores práticas, requisitos prescritivos. De forma que as mesmas considerações e reflexões sobre trabalhos futuros podem ser aplicadas.

Já na escala das estratégias passivas de eficiência energética para edificações, as certificações variaram entre medidas descritivas, como o desenvolvimento de regulamentações de eficiência energética para edificações dentro dos empreendimentos avaliados; medidas prescritivas, como a implementação de recomendações normativas existentes; e medidas baseadas em performance, com métricas de eficiência mínima em relação a modelos de referência e demonstradas através de simulação computacional.

De maneira geral, constatou-se também que as certificações em escala urbana ainda exploram muito pouco o potencial das ferramentas de simulação computacional. A maior parte dos itens analisados utiliza métricas prescritivas e genéricas, as quais, apesar de boas práticas, não necessariamente garantem uma melhora no desempenho e podem não representar a alternativa com o melhor custo-benefício para o contexto em análise. O uso das ferramentas computacionais para a definição de abordagens específicas para os projetos em questão pode ser de grande valia para as certificações, aumentando a flexibilidade das soluções e melhorando o desempenho dos projetos. Neste sentido, é fundamental que sejam conduzidos estudos futuros para investigar o uso de indicadores de conforto térmico para ambientes externos como métricas baseadas em performance para as certificações.

9. REFERÊNCIAS

ABU DHABI URBAN PLANNING COUNCIL. **PEARL COMMUNITY RATING SYSTEM: DESIGN & CONSTRUCTION**. Versão 1 ed. Emirado de Abu Dhabi: UPC, 2010. 182 p. Disponível em: <https://pages.dmt.gov.ae/-/media/DE1617B2A0634AC58B42DB511E18ECF4.ashx?newTab=1>. Acesso em: 30 jul. 2023.

APREDA, Carmela; REDER, Alfredo; MERGOGLIANO, Paola. **Urban morphology parameterization for assessing the effects of housing blocks layouts on air temperature in the Euro-Mediterranean context**. Energy And Buildings, [S.L.], v. 223, p. 110171, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110171>.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. **BREEAM COMMUNITIES INTEGRATING SUSTAINABLE DESIGN INTO MASTERPLANNING**. SD202 – 1.2: 2012 ed. Watford: BRE, 2013. 3 p. Disponível em: https://tools.breeam.com/filelibrary/BREEAM%20Communities/Introduction_to_BREEAM_Communities.pdf. Acesso em: 30 jul. 2023.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. **BREEAM COMMUNITIES' TECHNICAL MANUAL**. SD202 – 1.2: 2012 ed. Watford: BRE, 2017. 184 p. Disponível em: https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/SD202_BREEAM_Communities.pdf. Acesso em: 30 jul. 2023.

LINDE, Klaus; WILLICH, Stefan N. **How Objective are Systematic Reviews? Differences between Reviews on Complementary Medicine**. Journal Of The Royal Society Of Medicine, [S.L.], v. 96, n. 1, p. 17-22, jan. 2003. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/014107680309600105>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/014107680309600105>. Acesso em: 23 jul. 2023.

NABONI, Emanuele; NATANIAN, Jonathan; BRIZZI, Giambattista; FLORIO, Pietro; CHOKHACHIAN, Ata; GALANOS, Theodoros; RASTOGI, Parag. **A digital workflow to quantify regenerative urban design in the context of a changing climate**. Renewable And Sustainable Energy Reviews, [S.L.], v. 113, p. 109255, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2019.109255>.

ONU. **World Urbanization Prospects: the 2018 revision**. Nova Iorque, 2019. 126 p. Disponível em: <https://population.un.org/wup/publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

US GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED REFERENCE GUIDE FOR NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT**. LEED v4 Edition ed. Washington: USGBC, 2018. 553 p.

LEED REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION. LEED v4 Edition ed. Washington: USGBC, 2014. 817 p.

LEED V4.1 CITIES AND COMMUNITIES: PLAN AND DESIGN GETTING STARTED GUIDE FOR BETA PARTICIPANTS. LEED v4.1 ed. Washington: USGBC, 2021. 107 p. Disponível em: <https://build.usgbc.org/lfcplandesignbeta41>. Acesso em: 30 jul. 2023.

6

Patrimônio cultural mundial e mudanças climáticas: um olhar para o Brasil

MENGUE, Priscila¹; **SCHLEE**, Andrey Rosenthal²; **SILVA**, Caio Frederico e³;

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | priscilamengue@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | andrey.schlee@unb.br

³Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | caiosilva@unb.br

1. INTRODUÇÃO

O patrimônio cultural brasileiro vive envolto de cicatrizes. Mais do que uma metáfora, o termo também é técnico, utilizado por especialistas para se referir a marcas visíveis de deslizamentos. O morro que é pano de fundo da paisagem do centro histórico de Ouro Preto/MG é um exemplo: um grande maciço rochoso repleto de cicatrizes de escorregamentos (deslizamentos), parte deles danosos a construções de mais de um século. Ao mesmo tempo, também é um registro visual de destruições passadas e uma evidência clara, sempre presente, de outras que podem estar por vir.

Trata-se de uma realidade que não é somente brasileira, mas um problema global, com o risco à preservação dos patrimônios cultural e natural mundiais. Esse conjunto contempla bens considerados, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), como exemplos únicos e insubstituíveis (UNESCO, 1972).

As mudanças climáticas vão exacerbar as tensões existentes e trazer seus próprios impactos diretos, como o aumento do nível do mar, temperaturas mais altas, mudanças de habitat e eventos climáticos extremos mais

frequentes, como tempestades, inundações e secas, todos têm o potencial de alterar ou degradar rápida e permanentemente os mesmos atributos que tornam os locais do Patrimônio Mundial destinos turísticos tão populares (Markham *et al.*, 2016, p. 7, tradução nossa).

Embora importante, esse tema nem sempre é tratado com destaque. O mais completo relatório sobre a emergência climática – elaborado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 2022 – aponta a perda progressiva de vestígios arqueológicos. Os locais históricos e arquivos naturais de dados paleoambientais constituem impactos muitas vezes negligenciados (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2022, tradução nossa).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022) diz se tratar de perdas e danos globais, não restritos a uma determinada região do planeta.

A mudança climática induzida pelo homem, incluindo eventos extremos mais frequentes e intensos, tem causado efeitos adversos generalizados impactos e perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas, além da variabilidade climática natural (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2022, p. 21, tradução nossa).

Em 2021, durante a 23ª Assembleia Geral dos Países Membros da Comissão de Proteção ao Patrimônio Mundial Cultural e Natural, da UNESCO, o tema também foi destacado.

As mudanças climáticas se tornaram uma das ameaças mais significativas aos bens do Patrimônio Mundial, impactando potencialmente seu valor universal excepcional, incluindo sua integridade e autenticidade e seu potencial de desenvolvimento econômico e social em nível local (UNESCO, 2021, p. 2, tradução nossa).

Mesmo com os alertas internacionais, os países têm avançado de forma insuficiente nesse campo, tanto os mais desenvolvidos quanto os em desenvolvimento, como o Brasil.

O progresso na implementação da estratégia e da política na maioria dos países, no entanto, tem sido bastante limitado até o momento. Além

disso, ainda não houve uma avaliação abrangente e baseada na ciência dos impactos climáticos e vulnerabilidade em todos os sítios do Patrimônio Mundial. No entanto, uma quantidade crescente de dados sobre mudanças climáticas em relação aos sítios do Patrimônio Mundial tornou-se disponível durante a última década (Markham *et al.*, 2016, p.16, tradução nossa).

O monitoramento, a avaliação de risco e a tomada de medidas contra impactos ainda enfrentam dificuldade para avançar, mesmo com o número crescente de reportes sobre bens em perigo nos últimos anos. Ao todo, a UNESCO reconhece hoje 55¹ Patrimônios Mundiais em Risco, nenhum no Brasil.

Embora nenhum brasileiro esteja na lista da UNESCO, a própria organização já afirmou publicamente que o Patrimônio Mundial no País também enfrenta problemas. Em janeiro de 2022, emitiu uma nota² em que lamentava dois episódios recém-ocorridos com danos ao Patrimônio Cultural Mundial e chegou a utilizar a expressão de que foi uma perda para a humanidade. Ambos foram associados a eventos climáticos extremos ocorridos em Minas Gerais à época: o deslizamento em Ouro Preto e a chuva no Santuário do Bom Jesus de Matozinhos, em Congonhas.

O comunicado da UNESCO citava as mudanças climáticas e a necessidade de preparo para manter o Patrimônio Mundial resguardado. No caso brasileiro, foram “tragédias anunciadas” em um contexto que, por vezes, não prioriza a prevenção. Os dois exemplos são simbólicos nesse aspecto: um relatório do Serviço Geológico de 2016 mostra que o Morro da Forca (que atingiu casarios de Ouro Preto durante o deslizamento de 2022) está entre as áreas com grande possibilidade de sofrerem novas movimentações do terreno em períodos

1 A lista está no *site* da UNESCO. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/danger/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

2 “Os cada vez mais frequentes desastres por causas naturais devem nos alertar em relação às mudanças climáticas que já estão acontecendo e nos mobilizar a favor de políticas coordenadas de proteção, mitigação de desastres e planos de gestão adequados”, afirmou a ainda diretora e representante da UNESCO no Brasil, Marlova Noleto, na nota. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/articles/chuvas-e-danos-aos-patrimonios-em-minas-gerais>. Acesso em: 2 abr. 2023.

de chuva³. Já uma nota da Prefeitura de Congonhas/MG⁴ expôs os cuidados inadequados com as imagens sacras atingidas (de autoria de Aleijadinho): a única medida adotada ao se constatar a vulnerabilidade foi a colocação de uma lona.

A situação é preocupante, ainda mais porque os impactos das mudanças climáticas tendem a ser cada vez mais intensos e frequentes. Como no caso brasileiro, a fragilidade e falta de preservação da parte do patrimônio tornam o potencial de danos da emergência climática ainda mais alto.

A mudança climática é tanto uma ameaça direta quanto um multiplicador de ameaças. O agravamento dos impactos climáticos é cumulativo e muitas vezes exacerba a vulnerabilidade dos sítios do Patrimônio Mundial a muitos outros riscos existentes, incluindo turismo descontrolado, falta de recursos para uma gestão eficaz, guerra, terrorismo, pobreza, urbanização, infraestrutura, desenvolvimento de petróleo e gás, mineração, invasão espécies, extração ilegal de madeira, caça e pesca, competição por recursos naturais e poluição (Markham *et al.*, 2016, p.14-15).

Diante do contexto de emergência, o propósito deste artigo traça um panorama de parte dos registros e estudos sobre danos enfrentados pelo Patrimônio Cultural Mundial brasileiro no período mais recente. Isso engloba casos que, embora não estejam estritamente relacionados às mudanças climáticas, evidenciam as vulnerabilidades do patrimônio cultural nessa nova realidade.

Ao todo, o Brasil tem 16 patrimônios culturais reconhecidos pela UNESCO, localizados total ou parcialmente em território nacional. São eles: Cidade Histórica de Ouro Preto (1980), Centro Histórico de Olinda (1982), Missões Jesuíticas Guaranis: Ruínas de São Miguel das Missões (1983), Centro Histórico de Salvador (1985), Santuário do Bom Jesus de Congonhas

3 CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Ouro Preto**, MG. Belo Horizonte: CPRM, 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20723>. Acesso em: 15 mai. 2023.

4 Em publicação no site, a Prefeitura ressalta as medidas de prevenção a danos tomadas: “de imediato, a mesa onde havia a goteira foi inclinada e coberta, assim como as imagens da Santa Ceia, com material TNT que é usado para transportar imagens sacras, e a equipe da Defesa Civil ajudou a cobrir todas com lona”. Disponível em: <https://www.congonhas.mg.gov.br/index.php/obras-de-aleijadinho-sao-cobertas-para-evitar-danos-pelas-chuvas/> Acesso em: 2 abr. 2023.

(1985), Brasília (1987), Parque Nacional Serra da Capivara (1991), Centro Histórico de São Luís (1997), Centro Histórico de Diamantina (1999), Centro Histórico da Cidade de Goiás (2001), Praça São Francisco na Cidade de São Cristóvão (2010), Rio de Janeiro: Paisagens Cariocas entre a Montanha e o Mar (2012), Conjunto Moderno da Pampulha (2016), Sítio Arqueológico Cais do Valongo (2017), Paraty e Ilha Grande: Cultura e Biodiversidade (2019) – misto, com patrimônio cultural e natural – e Sítio Burle Marx (2021).

As informações foram levantadas a partir de um profundo levantamento em bases de dados oficiais, artigos acadêmicos e notícias em grandes veículos de imprensa. A abordagem adotada nesta pesquisa é, portanto, predominantemente qualitativa, concentrando-se principalmente em produção acadêmica, relatórios técnicos e notícias com base no entendimento e conceitos de “Patrimônio Cultural Mundial” da UNESCO e, também, de “mudanças climáticas” do IPCC, as duas maiores referências mundiais nos temas.

2. A CONFERÊNCIA DE 1972 E O PATRIMÔNIO CULTURAL

Em 1972, a Conferência Geral da UNESCO elaborou a política geral e as diretrizes para a preservação e proteção dos patrimônios cultural e natural mundiais, os quais foram divididos em: monumentos (obras arquitetônicas, pinturas monumentais e representações históricas, artísticas ou científicas inscritas em espaços arqueológicos), conjuntos (grupos de construções com valor excepcional) e locais de interesse (obras e zonas com valor universal excepcional do ponto de vista arqueológico, estético, histórico, etnológico e antropológico) (UNESCO, 1972).

A convenção já identificava que parte desse patrimônio estava cada vez mais ameaçado de destruição, não apenas pelas causas tradicionais de degradação, mas também pela evolução da vida social e econômica que as agrava através de fenômenos de alteração ou de destruição ainda mais importantes. Também dizia que a degradação ou o desaparecimento

de um bem do patrimônio cultural e natural constitui um empobrecimento efetivo do patrimônio de todos os povos do mundo (UNESCO, 1972).

Um dos entendimentos era de que a salvaguarda na escala nacional ou local é, na maior parte das vezes, insuficiente de recursos econômicos, científicos e técnicos (UNESCO, 1972). Desse modo, elencou cinco linhas de ação para as preservações a serem tomadas pelos países:

- a) Adotar uma política geral que vise determinar uma função ao patrimônio cultural e natural na vida coletiva e integrar a proteção do referido patrimônio nos programas de planificação geral;
- b) Instituir no seu território, caso não existam, um ou mais serviços de proteção, conservação e valorização do patrimônio cultural e natural, com pessoal apropriado, e dispor dos meios que lhe permitam cumprir as tarefas que lhe sejam atribuídas;
- c) Desenvolver os estudos e as pesquisas científicas e técnicas e aperfeiçoar os métodos de intervenção que permitem a um Estado enfrentar os perigos que ameaçam o seu patrimônio cultural e natural;
- d) Tomar as medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas e financeiras adequadas para a identificação, proteção, conservação, valorização e restauro do referido patrimônio;
- e) Favorecer a criação ou o desenvolvimento de centros nacionais ou regionais de formação nos domínios da proteção, conservação e valorização do patrimônio cultural e natural e encorajar a pesquisa científica neste domínio (UNESCO, 1972, p. 3-4, tradução nossa).

Atenta a essa realidade de riscos, a convenção de 1972 também já previa a elaboração de uma lista do patrimônio mundial em perigo, na qual já indicava que essas vulnerabilidades estão muito associadas a ações humanas e suas consequências. Esse mapeamento segue em atualização periódica até hoje.

Poderão figurar nesta lista os bens do patrimônio cultural e natural ameaçados de desaparecimento devido a uma degradação acelerada, projetos de grandes trabalhos públicos ou privados, rápido desenvolvimento urbano e turístico, destruição devida a mudança de utilização ou de propriedade da terra, alterações profundas devidas a uma causa desconhecida, abandono

por um qualquer motivo, conflito armado surgido ou ameaçando surgir, calamidades e cataclismos, grandes incêndios, sismos, deslocações de terras, erupções vulcânicas, modificações do nível das águas, inundações e maremotos (UNESCO, 1972, p. 6, tradução nossa).

2.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS SEGUNDO O IPCC

O IPCC foi criado em 1988 por duas iniciativas internacionais da Organização das Nações Unidas (ONU): a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). O painel foi criado para fornecer informações científicas que possam embasar políticas climáticas. Atualmente, é formado por 195 membros, com milhares de colaboradores de diferentes partes do mundo⁵.

Periodicamente, a organização publica um longo relatório global feito a partir da análise de dados e pesquisas de todo o mundo. Um dos principais pontos do mais recente (de 2022) é o aumento na frequência e intensidade dos extremos climáticos e meteorológicos, incluindo extremos quentes em terra e no oceano, eventos de precipitação intensa, clima de seca e incêndio, dentre outros (IPCC, 2022).

“Cada vez mais, esses impactos observados têm sido atribuídos a alterações climáticas, especialmente através do aumento da frequência e gravidade de eventos extremos” (IPCC, 2022, p. 9, tradução nossa). Isso inclui queimadas, ciclones tropicais, aumento da precipitação intensa, subida do nível do mar, diminuições regionais na precipitação, dentre outros extremos atribuídos às mudanças induzidas pelo ser humano no clima.

Na prática, contudo, a ligação de um evento específico à emergência climática é mais analítica, diante de todos os dados que apontam como essas situações estão mais frequentes e intensas. “Fatores não climáticos induzidos pelo ser humano exacerbam a atual vulnerabilidade dos ecossistemas às alterações climáticas” (IPCC, 2022, p. 12, tradução nossa).

⁵ Mais informações estão publicadas no site da organização. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>. Acesso em: 18 set. 2023.

Outro ponto importante é que os impactos das mudanças climáticas ocorrem de maneiras distintas, a depender de fatores diversos. “A futura vulnerabilidade humana continuará a concentrar-se onde as capacidades dos governos locais, municipais e nacionais, as comunidades e o setor privado são menos capazes de fornecer infraestruturas e serviços básicos” (IPCC, 2022, p. 12, tradução nossa). Isso não significa que a emergência climática não seja uma ameaça global.

A vulnerabilidade dos ecossistemas e das pessoas às alterações climáticas difere substancialmente entre e dentro das regiões, impulsionados por padrões de desenvolvimento socioeconômico cruzados, uso insustentável dos oceanos e da terra, desigualdade, marginalização, padrões históricos e contínuos de desigualdade, como o colonialismo (IPCC, 2022, p. 12, tradução nossa).

2.2. UNESCO E A EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

Em 2005, o Comitê do Patrimônio Mundial reconheceu que as mudanças climáticas estão afetando o Patrimônio Mundial e que os danos são crescentes, com a chegada de novos perigos antes não considerados. Dois anos após a convenção e o desenvolvimento de um diálogo e estudo com cerca de 50 pesquisadores, inclusive integrantes do IPCC e outras organizações, a UNESCO (2007) veiculou uma nova publicação, na qual aborda diretrizes para a prevenção e destaca a urgência da tomada de medidas diante do avanço da emergência climática.

Em suma, a UNESCO (2007) elenca que os riscos ocorrerão de duas formas principais: os efeitos físicos diretos no sítio, na estrutura ou edifício tombados, como em inundações, infestações por pragas, altas temperaturas, erosão etc.; e os efeitos nas estruturas sociais e habitats locais, que podem levar a mudanças ou mesmo à migração de sociedades que atualmente mantêm o patrimônio vivo. “As mudanças climáticas terão impactos físicos, sociais e culturais no patrimônio cultural [...] Muitos sítios do Patrimônio Mundial são lugares vivos que dependem de suas comunidades para serem sustentados e mantidos”

(UNESCO, 2007, p. 21, tradução nossa).

Os desafios são muitos, como ressalta a organização. Afinal, o patrimônio cultural está intimamente relacionado ao clima.

A paisagem rural desenvolveu-se em resposta às espécies de plantas que são capazes de florescer em diferentes regimes climáticos. A paisagem urbana e o patrimônio edificado foram pensados tendo em conta o clima local. A estabilidade do patrimônio cultural está, portanto, intimamente ligada às suas interações com o solo e a atmosfera (UNESCO, 2007, p. 21, tradução nossa).

O mesmo material da UNESCO (2007) também enumera dados coletados de uma pesquisa feita com lideranças nacionais ligadas ao Patrimônio Mundial em 2005. De 110 respostas, de 83 países, 72% apontavam que as mudanças climáticas tinham um impacto no patrimônio cultural e natural local. Ao todo, ao assinalar uma ou mais medidas, 46 países mencionaram ações (a maioria de monitoramento), 39 citaram pesquisas sobre o tema em andamento e 49 mencionaram a mobilização de suporte político para a tomada de ações, porém majoritariamente de sensibilização.

À época, 125 sítios foram indicados como em risco por causa das mudanças climáticas, dos quais 79 são patrimônio cultural ou misto. Entre os fatores principais, estavam a erosão, elevação do nível do mar, tempestades e desertificação, dentre outros.

A UNESCO (2007) também assinala que os países da Convenção do Patrimônio Mundial têm o dever de assegurar a proteção, conservação e transmissão às gerações futuras dos bens situados em seu território. Além disso, lista ações necessárias em nível regional ou local, tais como: manutenções e monitoramentos rigorosos e contínuos, pesquisas para apoiar a tomada de decisões nacionais e regionais, planejamento para preparação para emergências, reavaliação das prioridades de gestão em resposta às mudanças climáticas, treinamentos sobre os vários problemas e possíveis respostas às alterações climáticas, desenvolvimento de competências tradicionais, monitorização, gestão e preparação para emergências.

Além disso, parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) está relacionada à preservação do patrimônio cultural, como os de cidades e comunidades sustentáveis (de número 11), e de paz, justiça e instituições fortes (16). “Proteção e promoção do patrimônio cultural e natural mundial torna as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis” (UNESCO, 2017, p. 16, tradução nossa).

Em relação ao enfrentamento desse problema, a organização tem destacado que os desafios precisam ser enfrentados em nível regional, com a responsabilidade pela adaptação sendo assumida localmente (UNESCO, 2007). “Os gestores locais precisarão explorar o potencial para desenvolver ou adaptar os planos e ações de manejo existentes para responder aos desafios das mudanças climáticas” (UNESCO, 2007, p. 28, tradução nossa).

A UNESCO (2007) também lista ações preventivas e corretivas a serem tomadas nos níveis global, regional e local. São elas: envolvimento das comunidades locais (inclui o planejamento e a implementação da gestão e do monitoramento, por exemplo); abordagem baseada na paisagem (integração do planejamento entre paisagens, povoações, edificações etc., em um ambiente mais amplo); pesquisas sobre efeitos locais das mudanças climáticas; gestão da informação, comunicação e construção de apoio público e político; elaboração de mapas de risco e vulnerabilidade; monitoramento com o uso de tecnologia variada (como sensores etc.); planos de estratégias para gerenciar risco; e outros.

Essas medidas não seriam aplicadas da mesma forma em todos os locais, pois envolvem um entendimento das características de cada espaço. Além disso, devem ser contínuas e considerar eventos de diferentes portes, não apenas os extremos.

A compreensão científica dos materiais e conjuntos tradicionais é a base da gestão sustentável dos sítios do Patrimônio Mundial em um clima em mudança (incluindo penetração de chuva, altas temperaturas no verão e carga de cloreto). As informações baseadas no monitoramento entre campos precisam ser sensíveis à escala e ao tempo dos problemas e a orientação deve ser projetada de acordo. Não apenas os eventos extremos

devem ser documentados, mas também os ciclos curtos de mudança que, juntos, podem causar mudanças significativas no patrimônio cultural (UNESCO, 2007, p. 29, tradução nossa).

Um elemento essencial no entendimento é que boa parte desse patrimônio é imóvel e, portanto, as ações têm que ser pensadas para aquele local específico. Há o destaque, ainda, para a produção de informações sobre o tema, com focos específicos, como: modelagem e monitoramento de mudanças climáticas; compreensão dos mecanismos de danos e remediação devido a condições meteorológicas extremas; estudo sobre o efeito da chuva provocada pelo vento a nível local que conduz a uma forte penetração de umidade; compreensão sobre o efeito da poeira e poluentes levados pelo vento a nível local, levando à erosão e intempéries; compreensão sobre o efeito de novas migrações e infestações de pragas; entendimento sobre a resistência à água dos materiais e técnicas de construção; desempenho ambiental de edifícios históricos sob condições meteorológicas extremas; entre outros.

2.3. AS VULNERABILIDADES SEGUNDO A UNESCO

Em 2008, a UNESCO voltou ao tema com a publicação de uma série de diretrizes sobre a preservação do patrimônio cultural em tempo de mudanças climáticas. No material, são listadas prioridades que devem ser consideradas pelos responsáveis.

São as prioridades: compreensão da vulnerabilidade dos materiais (internos, externos, enterrados) às variáveis climáticas; compreensão sobre como os materiais e práticas tradicionais precisam se adaptar a eventos climáticos extremos e mudanças climáticas; desenvolvimento de métodos e tecnologias à prova de falhas para monitorar o impacto das mudanças climáticas nas propriedades (e fazer projeções); e compreensão dos impactos das mudanças climáticas que causam mudanças na sociedade (movimento de pessoas, deslocamento de comunidades, suas práticas, meios de subsistência e sua relação com seu patrimônio).

Todo patrimônio cultural deve ser considerado completamente vulnerável a desastres naturais graves e a fenômenos associados às mudanças climáticas. Embora não seja possível evitar danos o tempo todo, a pesquisa é imperativa se os danos devem ser evitados pelo menos parte do tempo (UNESCO, 2008, p. 13, tradução nossa).

Em outra publicação, a UNESCO (2015) destaca que o patrimônio geralmente não é levado em conta nas estatísticas globais relativas ao risco de desastres. Isso ocorre mesmo ao ser afetado por eventos cada vez menos naturais em sua dinâmica, quando não em sua origem.

A perda progressiva desses bens, como resultado de inundações, deslizamentos de terra, incêndios, terremotos, conflitos sociais e outros riscos tornou-se uma grande preocupação, em parte devido ao papel importante que o patrimônio tem para a coesão social e o desenvolvimento sustentável, especialmente em momentos de estresse (UNESCO, 2015, p.7).

Mesmo assim, a organização considera baixo o número de bens inscritos como Patrimônio Mundial que tem um plano de redução de riscos de desastres. Em grande parte, o reconhecimento dessa realidade ocorre apenas após um evento catastrófico.

Uma série de percepções equivocadas parece ser a causa. Por um lado, há uma crença generalizada de que desastres são eventos que transcendem a vontade e o controle humanos, e pouco pode ser feito para evitá-los. Por outro lado, os gestores de patrimônio e os formuladores de políticas públicas tendem a orientar sua atenção e recursos para aquilo que identificam como sendo as verdadeiras prioridades para o seu bem, ou seja, a pressão exercida pelo desenvolvimento, bem como pela utilização e pelo desgaste diários dos sítios como resultado de processos cumulativos e lentos e que podem ser 'vistos' (UNESCO, 2015, p.7).

No material sobre gestão de risco, a UNESCO destaca que é mais fácil e barato prevenir.

Os desastres podem ter graves consequências financeiras: é muito mais rentável investir em planejamento preventivo de gestão de riscos antes de um desastre do que gastar grandes somas na recuperação e na reabilitação pós-desastre (UNESCO, 2015, p. 13).

3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PATRIMÔNIO MUNDIAL CULTURAL NO BRASIL

O Patrimônio Mundial Cultural no Brasil tem um histórico ligado a eventos extremos, como deslizamentos, chuvas extremas, enchentes e outros, e a problemas de preservação e conservação, com origens variadas, como incêndios, infiltrações, desmoronamentos, infestações por fungos e cupins etc. Esse cenário se soma a dificuldades no monitoramento de possíveis riscos e na resolução desses problemas. Portanto, é ainda mais preocupante em uma realidade de emergência climática, com eventos extremos mais frequentes e intensos.

Essa vulnerabilidade não é uniforme e depende de características variadas, como as geomorfológicas. “As mudanças do clima não ocorrem linearmente por todo o planeta e podem ocorrer com características distintas a depender do local, e as cidades com maior grau de vulnerabilidade e de exposição ao risco encontram-se nos países em desenvolvimento” (Klug; Marengo; Luedemann, 2016, p. 11). Apesar do destaque dos autores, países desenvolvidos também enfrentam dificuldades para preservar o patrimônio cultural, tanto que alguns têm bens na lista de risco da UNESCO, como Áustria, Estados Unidos e Romênia⁶.

O risco de cada bem também envolve uma série de fatores construtivos e diversos outros aspectos. Segundo Colette (2009), em linhas gerais, os edifícios históricos são mais suscetíveis que os modernos, por terem uma ligação mais direta com o solo, sendo mais porosos e com maior absorção de água.

Isso não exime a necessidade de cuidados também com bens modernos. No caso brasileiro, o Complexo da Pampulha, em Belo Horizonte/MG, e o conjunto do Eixo

⁶ A lista está no site da UNESCO. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/danger/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

Monumental de Brasília/DF já enfrentaram problemas com infiltrações⁷, os quais podem ser agravados com a emergência climática.

Além disso, os danos se somam e podem ampliar outros provenientes de variadas origens, tais como a falta de preservação, o vandalismo, o turismo descontrolado, o tráfego pesado de veículos automotores, a realização de eventos de grande porte, a construção de imóveis irregulares etc., constantemente relatados em relatórios, pesquisas científicas e reportagens⁸.

O processo de desenvolvimento deste artigo não identificou materiais que sintetizam ou concentram o panorama atual da preservação e dos riscos de todo o patrimônio cultural reconhecido pela UNESCO no Brasil. A bibliografia relacionada ao tema está pulverizada entre produções acadêmicas, relatórios técnicos, notícias e comunicados de órgãos públicos. Grande parte da bibliografia com informações sobre riscos e danos não faz uma associação ou citação ao contexto de emergência climática. Porém há exceções, principalmente em produções mais recentes, mesmo não acadêmicas.

Na proposição de inscrição a Patrimônio Mundial da Praça São Francisco, na cidade de São Cristóvão/SE, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2010) chegou a elencar as mudanças climáticas como um dos fatores de risco ao bem. Destacou, contudo, que não havia registros de enchentes e outros riscos naturais no local.

O presente artigo reúne, portanto, informações e levantamentos que mostram o que a UNESCO e o IPCC tanto têm ressaltado: as mudanças climáticas colocam o Patrimônio Mundial em risco. Embora esse cenário envolva eventos extremos, alguns possivelmente

7 Alguns dos casos já atenuados e/ou resolvidos com obras de restauro. Foram tratados na imprensa e em publicações especializadas. Exemplos disponíveis em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/12/27/interna_gerais,835325/iphan-recomenda-a-retirada-de-quadros-de-portinari-da-igrejinha-da-pam.shtml e <https://caudf.gov.br/monumentos-tombados-em-brasilia-aguardam-reformas-que-podem-demorar-um-pouco-a-sairem-do-papel-enquanto-isso-sofrem-com-a-degradacao-natural/>. Acesso em: 18 set. 2023.

8 É o que relatam, por exemplo, duas reportagens recentes sobre a situação de Olinda. Disponíveis em: <https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2022/04/14996287-olinda-processo-de-descaracterizacao-da-cidade-coloca-titulo-de-patrimonio-da-humanidade-em-risco-entenda.html> e <https://www.folhape.com.br/noticias/sitio-historico-de-olinda-tem-patrimonio-depredado/14644/>. Acesso em: 03 jul. 2023.

inevitáveis, o impacto pode ser reduzido a partir de medidas de prevenção e mitigação, como dito anteriormente.

A reunião de dados dessa realidade, como proposta neste artigo, pode ajudar a orientar ações de prevenção, monitoramento e mitigação. “É essencial mobilizar o apoio público e político para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas dentro e fora dos sítios do Patrimônio Mundial. Isso deve variar de abordagens locais a regionais e globais e envolve uma variedade de medidas” (UNESCO, 2007, p. 30, tradução nossa).

Esse esforço deverá envolver uma série de atores, ainda mais no contexto do Brasil enquanto signatário do Acordo de Paris.

A sustentabilidade do patrimônio cultural está fortemente relacionada às questões sociopolíticas, jurídicas e econômicas e, também, requer capacidade de gestão e conhecimento especializado. Programas governamentais, intergovernamentais, não governamentais, privados e híbridos, em nível nacional ou internacional, podem potencialmente promover a assistência econômica e política em relação a esse tema. No entanto, às vezes o problema mais proeminente das instituições não é a ausência de suporte financeiro, mas a inexistência de rotinas e protocolos de gestão, sintonizados com um normativas e políticas institucionais de conservação sustentáveis, definidas para diferentes horizontes de tempo em curto, médio e longo prazo, periodicamente avaliados e revisados. Esta dimensão toca, portanto, uma esfera de planejamento institucional estratégico (Froner *et al.*, 2021, p. 137).

Embora a UNESCO não tenha incluído o Brasil na lista do Patrimônio Mundial em risco, denúncias já foram feitas na organização. Em 2015, o Conselho de Arquitetura e Urbanismo da Bahia (CAU/BA), o Departamento da Bahia do Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB/BA) e o Sindicato de Arquitetos e Urbanistas do Estado da Bahia (SINARQ/BA) denunciaram à organização o que chamaram de degradação do centro histórico de Salvador/BA após 31 imóveis serem demolidos depois de chuvas intensas e, ainda, do Governo do Estado declarar risco de deslizamento e desabamento de imóveis⁹.

⁹ A íntegra da denúncia está no site do CAU/BA. Disponível em: <https://www.cauba.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/DenubiadeAbandonodelCHdeSSA.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

Além disso, bens culturais do Patrimônio Mundial do país estão em outros mapeamentos de risco internacionais. Ao menos quatro bens brasileiros figuraram na lista World Monuments Watch, voltada aqueles com necessidade crítica de proteção¹⁰. Ela é elaborada bianualmente pelo World Monument Fund, com a avaliação do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) e de um painel independente de especialistas.

O Parque Nacional da Serra da Capivara (em São Raimundo Nonato/PI, Coronel José Dias/PI, João Costa/PI e Brejo do Piauí/PI) foi incluído no relatório de 1996. Depois desse período, não retornou à lista, porém uma atualização de 2014 destacou que a redução de recursos recente representa uma ameaça significativa para o futuro do local e pode desfazer o considerável esforço e sucesso dos últimos anos para conservar e proteger a arte pré-histórica¹¹.

O Centro Histórico de Salvador aparece na lista de 2012. A organização diz que o declínio econômico, o crime, a infraestrutura decadente e outros desafios deixaram o coração histórico da cidade vulnerável¹². Igualmente no centro soteropolitano, a WMW de 2016 trouxe a Ladeira da Misericórdia, pois a rua encontra-se majoritariamente abandonada e com restrições de acesso¹³.

Por fim, o Convento de São Francisco, de Olinda/PE, esteve na lista em 2004 e 2006¹⁴. A organização destacava que a proximidade com o mar traz problemas para a

10 Mais informações na página do WMF. Disponível em: <https://www.wmf.org/watch>. Acesso em: 31 jul. 2023.

11 Mais informações na página do WMF. Disponível em: <https://www.wmf.org/project/serra-da-capivara-national-park>. Acesso em: 31 jul. 2023.

12 Mais informações na página do WMF. Disponível em: <https://www.wmf.org/project/historic-center-salvador-de-bahia>. Acesso em: 31 jul. 2023.

13 Mais informações na página do WMF. Disponível em: <https://www.wmf.org/project/ladeira-da-miseric%C3%B3rdia>. Acesso em: 31 jul. 2023.

14 Mais informações na página do WMF. Disponível em: <https://www.wmf.org/project/san-francisco-convent>. Acesso em: 31 jul. 2023.

estrutura física e que a alta umidade e a eflorescência salina danificam as pedras enquanto a instabilidade geotécnica na região provoca deslizamentos de terra.

Já o relatório bianual de patrimônio em risco do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) citou a Cidade de Goiás/GO na publicação 2002-2003, pelos danos causados por enchentes. O texto destaca que é lógico raciocinar que futuras enchentes ocorrerão e cita medidas de proteção e preservação ambiental e preventivas em relação aos monumentos, pavimentação, melhoria das infraestruturas¹⁵.

Os exemplos citados demonstram um contexto de patrimônios fragilizados e vulneráveis às mudanças climáticas. Há casos que envolvem outros tipos de problemas, que, diretamente, não são até o momento relacionados à emergência climática, mas que poderão ter ocorrência afetada com as transformações no clima.

Um exemplo é o Parque Nacional da Serra da Capivara — que tem um histórico¹⁶ de incêndios. Além disso, o clima semiárido apresenta grandes amplitudes térmicas responsáveis pela desagregação física das rochas e sua consequente destruição e o local convive com outros fatores de degradação, como erosão eólica, deslocamentos de rochas, acúmulos de sais, biodepósitos de cupins e vespas, colmeias de marimbondos e abelhas e grande quantidade de fezes de roedores, especialmente mocós, em setores próximos das pinturas rupestres, como destacam Macedo, Barbosa e Felice (2019).

Um caso de extremo climático foi o tornado no sítio arqueológico de São Miguel das Missões/RS, registrado em 2016. O ciclone danificou o Museu das Missões, localizado no sítio, mas que não compõe o tombamento, e imagens sacras guardadas no local¹⁷. Como

15 O texto está no site do Icomos. Disponível em: <https://www.icomos.org/public/risk/2002/brazil2002.htm>. Acesso em: 31 jul. 2023.

16 Notícias variadas foram publicadas em diferentes anos sobre o avanço do fogo na região, em veículos como G1 e Meio Norte, dentre outros. Disponíveis em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/incendio-consome-parte-do-parque-nacional-serra-da-capivara-no-sul-do-piaui.ghtml> e <https://www.meionorte.com/noticias/serra-da-capivara-incendios-ja-sao-registrados-na-regiao-e-geram-alerta-454414> Acesso em: 04 jul. 2023.

17 O Iphan realizou a posterior recuperação do espaço. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/4361/museu-das-missoes-reabre-apos-obra-de-recuperacao>. Acesso em: 04 jul. 2023.

o sítio arqueológico envolve ruínas, a parte que é Patrimônio Mundial não teve impactos tão evidentes quanto o museu. Mesmo assim, o sítio necessita de ações periódicas para estabilizar estruturas desagregadas, sanar pontos de infiltração e evitar novos pontos de umidade, problemas que decorrem do desgaste natural e intempéries, como destacou o Iphan em comunicado de 2020¹⁸.

A seguir, são destacados alguns dos principais problemas envolvendo extremos climáticos e patrimônio brasileiro. O conteúdo não envolve todas as vulnerabilidades do Patrimônio Mundial Cultural brasileiro, mas exemplos representativos do cenário atual.

3.1. O PATRIMÔNIO MUNDIAL BRASILEIRO E A CHUVA EXTREMA

A chuva está relacionada a grande parte do histórico de eventos climáticos extremos que afetaram o patrimônio cultural brasileiro reconhecido pela UNESCO, em locais como Cidade de Goiás, Ouro Preto, São Luís/MA, Olinda e Ouro Preto. Esses casos resultam em desmoronamentos, infiltrações, alagamentos, dentre outros. Deslizamentos são também uma das principais consequências e serão tratados em um subcapítulo à parte, em decorrência de suas particularidades.

A situação é preocupante em uma realidade de casarões e edificações variadas insuficientemente preservados, tornando-se mais suscetíveis a danos causados pelas chuvas. Balanço da Defesa Civil de Salvador de novembro de 2022¹⁹ aponta 2.158 casarões do centro e entorno em risco, dos quais 109 em risco muito alto, 281 em risco alto, 1.283 em risco médio e 485 em baixo. Em alguns casos, as edificações tiveram até de ser demolidas. O balanço não informa quantos desses imóveis estão no perímetro tombado pela UNESCO.

¹⁸ A íntegra está no site do Iphan. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/5726/parque-historico-nacional-das-missoes-rs-recebe-obras-de-conservacao>. Acesso em: 23 jul. 2023.

¹⁹ Mais informações no site da Prefeitura. Disponível em: <https://comunicacao.salvador.ba.gov.br/projeto-casaro-es-da-codesal-ja-fez-vistoria-em-quase-23-mil-imoveis/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

O Centro Histórico de Salvador abriga imóveis antigos que, ao longo dos anos, passaram por um acelerado processo de degradação principalmente pela falta de manutenção de seus proprietários. Muitos destes imóveis estão totalmente abandonados, representando risco iminente para moradores e transeuntes (Defesa Civil de Salvador, 2021, p. 5).

Situação semelhante é enfrentada há anos em São Luís. Neste ano, ao menos um casarão tombado desabou, conforme foi noticiado na imprensa local²⁰. Segundo o governo do Maranhão²¹, pelo menos 260 casarões do centro histórico da cidade estão em risco, localizados em alguns dos pontos mais icônicos, como a Rua do Giz. O balanço não especifica o número que está no perímetro reconhecido pela UNESCO.

Outro caso recente ocorreu em Olinda, na Igreja São João dos Militares, que enfrentou o desabamento de parte do teto em 2009 após uma forte chuva. O imóvel já estava fragilizado por infiltrações, cupins e outros problemas, como noticiou a imprensa à época²².

Diamantina/MG igualmente é um município com histórico de inundações (como mostram notícias locais)²³ e problemas na manutenção de bens imóveis. Torres *et al.* (2019) aponta patologias diversas na Igreja Nossa Senhora do Carmo, então com 80% dos esteios comprometidos. Entre elas, estão a infestação por cupins, fissuras, o apodrecimento na madeira e outros problemas – que, como citado anteriormente, podem ser potencializados no contexto de mudanças climáticas. A Casa da Glória é outro exemplo de construção com

20 O imóvel ficava na Rua Nazaré, conforme noticiado na imprensa, como no G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/04/12/casarao-desaba-por-completo-no-centro-historico-de-sao-luis-partes-do-imovel-comecaram-a-cair-na-segunda-feira-10.ghtml>. Acesso em: 23 jul. 2023.

21 A informação foi veiculada no site do governo. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/defesa-civil-ja-vistoriou-50-casaraes-do-centro-historico-de-sao-luis-que-estao-em-situacao-de-risco>. Acesso em 23. jul. 2023.

22 A Folha de S. Paulo é um dos jornais que noticiou o caso. Disponível em: <https://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2009/05/572140-teto-de-igreja-historica-tombada-pelo-patrimonio-nacional-desaba-em-olinda-pe.shtml>. Acesso em: 03 jul. 2023.

23 Notícia do portal G1 de 2019 reúne imagens da forte chuva no centro histórico da cidade, por exemplo. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/12/03/temporal-causa-estragos-na-cidade-historica-de-diamantina-em-minas-gerais.ghtml>. Acesso em: 10 set. 2023.

problemas semelhantes²⁴.

No cenário brasileiro, um dos patrimônios com pior histórico envolvendo chuva é a Cidade de Goiás, relacionado em parte a transbordamentos do Rio Vermelho. Cerca de um mês após ser reconhecido como Patrimônio Mundial pela UNESCO, uma forte chuva danificou boa parte do centro histórico, incluindo 160 imóveis e a casa onde viveu Cora Coralina (e o respectivo acervo da escritora) entre o fim de 2001 e o início de 2002. Uma década depois, em 2011, um novo evento de chuva extrema causou danos a 42 imóveis, dos quais dois sofreram perda total, segundo o Iphan²⁵.

Outro caso, já citado neste artigo, é o do Santuário do Bom Jesus de Matozinhos, em Congonhas, que teve imagens sacras da santa ceia afetadas após um temporal em 2022. Em 2005, um deslizamento após uma forte chuva atingiu a mureta então localizada atrás do santuário²⁶, o que expõe a localização em área sujeita a problemas e um histórico de dificuldades na drenagem do solo.

Há relatos históricos e recentes de inundações também na área do Cais do Valongo, no Rio de Janeiro, ao menos desde o século XVIII, segundo Costa e Teuber (2001). Mais recentemente, notícias sobre problemas na drenagem do local se repetem ano a ano, como demonstram registros do noticiário local²⁷.

“O Cais do Valongo é afetado também pela elevação da maré, que compromete a

24 Publicação da UFMG de 2022 aponta algumas das patologias que serão tratadas em um projeto de restauro. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/recuperacao-da-casa-da-gloria-em-diamantina-tera-recursos-do-governo-dos-eua>. Acesso em: 10 set. 2023.

25 O balanço de atingidos foi informado à época pelo Iphan. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/1648/ministerio-da-cultura-e-iphan-liberam-r-500-mil-em-carater-emergencial-para-goias-velho>. Acesso em: 04 jul. 2023.

26 O caso foi amplamente noticiado, como na Folha de S. Paulo. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1003200517.htm>. Acesso em: 23 jul. 2023.

27 Notícias sobre inundações em 2017, 2018, 2020, 2021 e 2022, por exemplo, foram publicadas na imprensa regional e nacional, como no Extra, na Agência Brasil e no O Globo. Disponíveis em: <https://extra.globo.com/noticias/rio/patrimonio-mundial-cais-do-valongo-tem-problemas-de-conservacao-25129119.html> e <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/cais-do-valongo-e-atingido-por-temporal-no-rio> <https://oglobo.globo.com/rio/problema-em-bomba-de-drenagem-provocoou-alagamento-no-cais-do-valongo-21634713> e <https://extra.globo.com/noticias/rio/no-rio-cais-do-valongo-amanhece-alagado-apos-novo-problema-nas-bombas-de-drenagem-25458449.html>. Acesso em: 01 jul. 2023.

drenagem na área e pode se agravar com o aumento do nível relativo do mar, indicando outra vulnerabilidade que pode ser intensificada pelas mudanças climáticas” (Oliveira, Vilani e Machado, 2022, p. 372).

O exemplo do Cais do Valongo também mostra que impactos da chuva podem se somar a outras vulnerabilidades. Isto é, piorar um cenário de risco.

Esse problema pode interferir também na ocorrência de erosão nas partes em que o aterro foi cortado em 90 graus. Além disso, há outros problemas já existentes que a mudança climática pode interferir, como colônias de bactérias e fungos, presença de vegetação daninha e intemperismo em geral (Iphan; Prefeitura do Rio de Janeiro, 2016, p. 44).

Outros aspectos relativos à chuva também ameaçam a paisagem carioca, também considerada um Patrimônio Mundial. O Rio de Janeiro/RJ tem relatos históricos de enchentes na cidade desde ao menos o século 18, como destaca Costa e Teuber (2001).

A expansão da malha urbana se deu em grande parte por aterros, intensa ocupação de orla e desmontes de morros. Por mais de 4 séculos a dinâmica natural de extensas áreas de baixas declividades localizadas a grandes distâncias dos corpos d’água receptores das bacias e sob influência das marés foi desconsiderada. Exemplos desse tipo de intervenções estão localizados no centro histórico, onde aterros de orla e de alagadiços foram realizados desde a ocupação inicial da cidade, na Região Portuária, com a construção do Porto do Rio no início do século XX, nos aterros da Zona Sul e Baía de Guanabara (Costa; Teuber; 2001, p. 84).

Nas áreas interioranas da zona norte carioca, por sua vez, Jayo (2019) diz que serão significativos os impactos do aumento da temperatura. Isso porque, segundo o autor, afetarão especialmente a povoação e a habitabilidade da região.

3.2. O PATRIMÔNIO MUNDIAL BRASILEIRO E OS DESLIZAMENTOS

Os deslizamentos estão entre as principais ocorrências relacionadas ao Patrimônio Mundial no Brasil. Os centros antigos de Ouro Preto e Olinda e o Sítio Burle Marx, no Rio

de Janeiro, estão em áreas altas e com histórico desse tipo de registro.

Ao menos desde o início do século XVII, Ouro Preto enfrenta casos de deslizamentos na região urbana (Pinheiro, Sobreira e Lana, 2004). No século passado, escorregamentos em diversos momentos atingiram o centro histórico, como em 1979, 1989 e 1997 (Pinheiro, Sobreira e Lana, 2004), dentre outros. Mais recentemente, em 2012, novos casos resultaram na interdição de um casarão do século XVIII, segundo Zanirato (2014).

Como destaca Zanirato (2014), os riscos para deslizamentos e alagamentos em Ouro Preto estão relacionados à geomorfologia (localização entre montanhas e alta pluviosidade), ao tipo de ocupação urbana no município e aos impactos da mineração, podendo resultar no que chama de catástrofes de grande impacto. Outro aspecto que a autora ressalta é que as construções locais são menos resistentes.

Isso pode ocorrer porque muitas construções de Ouro Preto não são dotadas de fundações reforçadas e acabam sujeitas às movimentações dos terrenos, principalmente em períodos de chuvas mais intensas. Justamente por isso, com regularidade encontram-se ocorrências de danos ao patrimônio cultural (Zanirato, 2014)

O Sítio Burle Marx é outro que tem histórico de problemas com chuva. Antes de obras que melhoraram a estrutura do espaço, vazamentos e goteiras causaram danos à residência, ao mobiliário e a parte do acervo artístico, como após uma forte chuva em 2015. “Como a Casa Principal/Museu Casa foi construída em etapas diferentes, não há um bom nivelamento do telhado e, em caso de chuvas torrenciais, causa acúmulo de água, que vaza pelo isolamento e invade a casa” (Azevedo, 2017, p. 71).

Olinda também tende a enfrentar problemas com deslizamentos. O Ministério das Cidades e o Instituto Nacional do Patrimônio Histórico (2011) já sinalizaram que a movimentação dos morros afeta as fundações das edificações, o que provoca fissuras variadas. A situação tem impacto na conservação das construções variadas.

O problema da erosão e o deslizamento de seus montes fizeram Olinda sofrer pelas próprias entranhas. A estrutura de suas construções seculares, casarios, igrejas e monumentos coloniais foram comprometidas e recorrentemente tinham problemas com rachaduras. Isto se tornou um problema grave para a população de Olinda, principalmente para os proprietários de bens que se localizam nas ladeiras e em seus entornos. (Mariano, 2018)

Jayo (2019) aponta que o Rio de Janeiro também enfrenta risco de deslizamentos e de quedas de rochas nos principais morros que compõem a paisagem carioca. A suscetibilidade a acidentes geotécnicos decorrentes de fatores climáticos, topográficos e geológicos é outra característica marcante na história da cidade. Diversos eventos, muitos deles catastróficos, puderam ser observados ao longo do período de aceleração da urbanização no século XX, segundo Costa e Teuber (2001).

3.3. O PATRIMÔNIO MUNDIAL BRASILEIRO E O AVANÇO DO MAR

Alguns dos principais exemplos do Patrimônio Mundial no Brasil envolvem cidades litorâneas, como Olinda, Salvador, Paraty, São Luís e Rio de Janeiro. Todos já experimentam episódios de invasão das águas do mar, segundo Zanirato (2021). Estudos têm demonstrado há anos que esses locais estão sujeitos ao avanço do mar, o que não somente mudará a paisagem, mas impactará na preservação e conservação do traçado urbano e da arquitetura local.

Em Olinda, o risco do avanço do mar já era conhecido no momento da candidatura a Patrimônio Mundial. No dossiê, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (1981) destacava obras de um conjunto de quebra-mar submerso ao longo da costa do município, voltadas a conter essa situação. Paraty também tem um histórico de avanço do mar e enfrenta problemas também com cheias fluviais, como com transbordamentos do Rio Perequê Açu. Battemarco *et al.* (2017) fala na criticidade do cenário e que lâminas de alagamentos periódicos chegam a cerca de 70 centímetros no centro histórico.

Essas áreas, que já sofriam com o transbordamento do rio na situação atual, possuem seus impactos intensificados, gerando mais transtornos para a população residente na região, bem como para os turistas e para o comércio do Centro Histórico (Battemarco *et al.*, 2017, p. 5).

Outro dos principais em risco é a paisagem do Rio de Janeiro. Coelho (2014) avaliou dados históricos que mostram um aumento gradativo da umidade, da frequência das chuvas intensas e dos totais pluviométricos anuais na cidade, assim como indicam que a maioria dos eventos extremos em território carioca como um todo envolve inundações e deslizamentos. Esse cenário se torna ainda mais preocupante porque podem ser potencializados pela combinação dos eventos extremos com o aumento do nível do mar, potencializando a destruição da região costeira.

Consultor da UNESCO, Jayo (2019) aponta as áreas de riscos do Patrimônio Mundial carioca. Uma das principais está relacionada ao avanço do mar, que pode atingir: as frentes litorâneas da Barra da Tijuca, do eixo Ipanema-Leblon, de Copacabana e do interior da Baía de Guanabara; as lagoas Rodrigo de Freitas, Tijuca e Jacarepaguá; e os mangues de Guaratiba. Isso inclui o calçadão de Copacabana e o Forte do Arpoador, por exemplo. Além disso, o avanço pode ter efeitos derivados (com perda da biodiversidade etc.) em ecossistemas do entorno, como os engenhos de Jacarepaguá, a fazenda de Santa Cruz e o próprio Sítio Burle Marx.

3.4. O PATRIMÔNIO MUNDIAL BRASILEIRO E QUESTÕES BIOLÓGICAS

Embora o presente artigo não trate de patrimônio natural, parte do patrimônio cultural envolve também a preservação de características da vegetação e da paisagem natural local. O exemplo mais evidente é Paraty e Ilha Grande, por ser um registro de patrimônio misto (cultural e natural), mas outros enfrentam também riscos às características que os tornaram conhecidos, como a paisagem do Rio de Janeiro e o Sítio Burle Marx, dentre outros.

Nesse cenário, é presente a ameaça pela proliferação de pragas. O Sítio Burle Marx enfrenta problemas com pragas tanto nas edificações, com brocas e cupins, quanto nas plantas do jardim. “Existe uma grande preocupação com os riscos de infestação de pragas oriundas da área da mata, que se valem da alta umidade e do calor da região, principalmente durante o verão” (Azevedo, 2017, p. 68).

Um mapeamento feito em 2014 identificou diversas plantas com doenças causadas por fungos e bactérias e a presença de pragas variadas. “A conservação e a preservação são requisitos primordiais para sua manutenção, uma coleção mantida sob condições de campo corre o risco de se perder devido ao ataque de pragas e doenças e de condições adversas no clima” (Tofani, 2014, p. 114). “O conhecimento desses patógenos que ocorrem ou venham a ocorrer nessas plantas pode permitir a indicação de métodos de controle mais eficientes, pois a presença desses causa prejuízos, danos e até levar à morte de indivíduos da coleção” (Tofani, 2014, p. 96).

Esse tipo de situação também interfere na preservação de cidades e centros históricos. No dossiê da proposta de inscrição como Patrimônio Mundial, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (1981) destaca que o patrimônio cultural reconhecido em Olinda envolve não só a arquitetura dos séculos XVII a XIX, mas também o que chama de uma vegetação exuberante das ruas, dos jardins, das aleias, dos conventos, com árvores frutíferas frondosas, mangueiras, fruta-pão, jaca, sapoti e coqueiros. Diz que esses elementos dão a característica de um núcleo urbano emoldurado por uma massa verde sob a luz tropical, tendo aos seus pés a praia e o oceano.

No caso de construções, o tema envolve também a proliferação de cupins e outros xilófagos, que ameaçam grande parte de móveis e estruturas de madeira do patrimônio cultural edificado, segundo Zanirato (2021). “O Centro Histórico de Paraty tem edificações em adobe e em taipa de pilão e pau a pique, sujeitas a infestação por insetos xilófagos, que tendem a aumentar em função do incremento nos fatores de umidade e temperatura” (Zanirato, 2021, p.115).

Já, no Santuário do Bom Jesus de Matozinhos, há uma discussão há décadas para a retirada das estátuas de pedra sabão de Aleijadinho dispostas ao ar livre no santuário. A exposição às intempéries e maior proliferação de fungos e bactérias (que prejudicam a conservação) são os principais motivos. O entendimento é que esse risco pode se agravar com as mudanças climáticas²⁸.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo mostrou um breve panorama de parte dos registros e estudos sobre danos e riscos ao Patrimônio Cultural Mundial no Brasil. Esse cenário se torna preocupante em um contexto de eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes e intensos.

Apontar questões relacionadas aos riscos do Patrimônio Mundial frente às mudanças climáticas e as vulnerabilidades dos bens reconhecidos pela UNESCO em território brasileiro pode permitir uma visão mais panorâmica da situação atual e de problemas em curso e futuros. O artigo demonstra a necessidade de avaliação periódica dos bens tombados e urgência da adoção de mecanismos de proteção.

Por mais que alguns bens tenham níveis de vulnerabilidade distintos, as referências trazidas no presente artigo demonstram que o entendimento mundial é que todos podem sofrer danos, em menor ou maior gravidade. Isto é, nada está salvo e tudo precisa de monitoramento, plano de ação e medidas urgentes.

Como o artigo demonstrou em exemplos diversos, não há mais como postergar uma atuação contundente nesse âmbito. A compilação de informações neste material pode, enfim, ajudar a embasar esforços para essas medidas de mitigação, prevenção e

²⁸ O próprio Iphan já destacou algumas vezes que as estátuas enfrentam problemas com fungos e bactérias. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/2651/comecam-as-obras-do-memorial-congonhas>. Acesso em: 23 jul. 2023.

monitoramento de riscos, o que envolve um esforço que é local, regional (continental) e global. Além disso, contribui para uma maior discussão pública sobre o cenário atual de importantes bens para a memória nacional e global.

O cenário é preocupante e, se as ações forem insuficientes, também será irreversível. Partes importantes da memória, da identidade e do que melhor o Brasil pode oferecer podem se perder se a linha de atuação seguir como está. Todos sairão perdendo, a nível nacional e global. Não há mais tempo a perder.

5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Jéssica Pereira Manhães de. **O Colecionador e seu “ninho” na Casa Principal/Museu Casa do Sítio Roberto Burle Marx**. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/DISSERTACAO_JESSICA_FINAL.pdf. Acesso em: 1º jul. 2023.

BATTEMARCO, Bruna Peres *et al.* **Urbanização sem controle x mudanças climáticas**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/60/PAP022137.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

COELHO, Carla Maria Teixeira. **Mudanças climáticas e patrimônio cultural: elementos para a construção de cenários para a cidade do Rio de Janeiro**. In: Cadernos PROARQ 22, Rio de Janeiro, RJ, n. 22, p.73-90, jul. 2014. Disponível em: <https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/cadernosproarq22.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2023.

COLETTE, Augustín. UNESCO. **Estudios de caso - campos climatico y patrimonio mundial**. Paris: Centro del Patrimonio Mundial de la Unesco, 2009. Disponível em: <https://whc.unesco.org/document/102380>. Acesso em: 1º mai. 2023.

COSTA, Helder; TEUBER, Wilfried. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro: uma abordagem geral**. Rio de Janeiro: Semads, 2001. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/arquivosSGC/File/o8-Enchentes.pdf>. Acesso em: 1º jul. 2023.

DEFESA CIVIL DE SALVADOR. **Projeto Casarões 2021**. Salvador: Secretaria de Sustentabilidade e Resiliência, 2021. Disponível em: http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/images/pdf/proj_casarao/Projeto_Casares.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023.

FRONER, Yacy-Ara *et al.* **Mudanças climáticas, riscos ao patrimônio cultural e ambiental, políticas públicas e o papel das redes colaborativas: um olhar sobre o panorama brasileiro contemporâneo**. Patrimônio e Memória, Assis, SP, v. 17, n. 2, p. 124-151, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/1353>. Acesso em: 02 jul. 2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Proposta de inscrição da Praça São Francisco em São Cristóvão/SE na lista do Patrimônio Mundial**. Rio de Janeiro: Brasil, 2010. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declara%C3%A7%C3%A3o%20op%C3%A7%C3%A3o%20Francisco.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Proposta de inscrição na lista do Patrimônio Mundial apresentada pelo Brasil: centro histórico de Olinda: Anexo 1**. Rio de Janeiro: Brasil,

1981. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossie%20de%20OLINDA%20anexo%20I_pt.pdf. Acesso em: 09 jul. 2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL; PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Sítio arqueológico Cais do Valongo: proposta de inscrição na lista do patrimônio mundial**. Rio de Janeiro: Brasil, 2016. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossie_Cais_do_Valongo_versao_Portugues.pdf. Acesso em: 1º jul. 2023.

JAYO, José Antonio Hoyuela. **Os riscos derivados das mudanças climáticas no Rio de Janeiro, Patrimônio Mundial como paisagem cultural**. In: Anais do 3º Simpósio Científico do ICOMOS Brasil, Belo Horizonte, MG. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/IIISimpósioICOMOSBrasil/151480-OS-RISCOS-DERIVADOS-DAS-MUDANCAS-CLIMATICAS-NO-RIO-DE-JANEIRO-PATRIMONIO-MUNDIAL-COMO--PAISAGEM-CULTURAL>. Acesso em: 07 de jul. 2023.

KLUG, Letícia; MARENGO, José A.; LUEDEMANN, Gustavo. **Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana**. Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9184/1/Mudan%c3%a7as%20clim%c3%aaticas.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2023.

MACEDO, Andréia Oliveira; BARBOSA, Maria Fátima Ribeiro e FELICE, Gisele Daltrini. **Agentes Naturais de Degradação em Sítios Rupestres: exemplos no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí – Brasil**. In: FUMDHAMENTOS (2019), São Raimundo Nonato, vol. XVI, n. 1. p. 89-125. Disponível em: http://fumdham.org.br/wp-content/uploads/2020/03/fumdham-fumdhamentos-xvi-2019-n-1-_461893.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023.

MARIANO, Samara de Rezende. **Preservação e Urbanismo: desafios na preservação dos monumentos históricos de Olinda**. In: XII Encontro Estadual de História da ANPUH-PE: História e os desafios do tempo presente, 2018, Recife. Disponível em: https://www.snh2019.anpuh.org/resources/anais/8/1553216124_ARQUIVO_anpuhh.pdf. Acesso em: 31 jul. 2023.

MARKHAM, A. *et al.* **World Heritage and Tourism in a Changing Climate**. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2016. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/tourism-climate-change/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Implementação de ações em áreas urbanas centrais e cidades históricas: manual de orientação**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e Ministério das Cidades – Brasília-DF: IPHAN: Ministério das Cidades, 2011. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/ReabilitacaoAreasUrbanas/Implementacao_Acoes_areas.pdf. Acesso em: 09 jul. 2023.

OLIVEIRA, Maria Amália Silva Alves de; VILANI, Rodrigo Machado; MACHADO, Carlos José Saldanha. **Entre o passado e o futuro: os riscos climáticos ao sítio arqueológico Cais do Valongo, Rio de Janeiro, Brasil**. In: Patrimônio e Memória, Assis, v. 18, n. 1, p. 353-381, janeiro-junho de 2022. Disponível em: <https://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/1351>. Acesso em: 1º jul. 2023.

PAINEL INTERCONTINENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf. Acesso em: 17 jul. 2023.

PINHEIRO, A. L.; SOBREIRA, F. G.; LANA, M. S. **Influência da expansão urbana nos movimentos em encostas na cidade de Ouro Preto, MG**. In: Revista Escola de Minas, v. 56, n. 3, p. 169-174, jul. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/LJY3CQ4zNXW4hKsLrRwVg/?lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PINHEIRO, A. L.; SOBREIRA, F. G.; LANA, M. S. **Riscos geológicos na cidade histórica de Ouro Preto**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. p.87-101.

TOFANI, Sandra Regina Menezes. **Acervo Botânico do Sítio Roberto Burle Marx: valorização e conservação**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Mestrado_em_Preservacao_Dissertacao_TOFANI_Sandra_R_Menezes.pdf. Acesso em: 1º jul. 2023.

TORRES, Ana Clara dos Anjos *et al.* **Restauração de estrutura em madeira da Igreja Nossa Senhora do Carmos, em Diamantina – MG: estudo de caso.** In: Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 15, n. 1, 2019, Goiânia. p.85–98. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/49322/pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

UNESCO. **Climate Change and World Heritage Report on predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage and Strategy to assist States Parties to implement appropriate management responses.** Paris: World Heritage Centre – UNESCO, 2007. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160019>. Acesso em: 03 mai. 2023.

UNESCO. **Convenção para a protecção do património mundial, cultural e natural.** Paris: UNESCO, 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2023.

UNESCO. **Gestão de riscos de desastres para o Patrimônio Mundial.** Brasília: UNESCO, Iphan, 2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231807>. Acesso em: 02 mai. 2023.

UNESCO. **Moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development.** Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247785>. Acesso em: 02 mai. 2023.

UNESCO. **Policy Document on the Impacts of Climate Change on World Heritage Properties.** Paris: UNESCO, 2008. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/news/441>. Acesso em: 02 mai. 2023.

UNESCO. **Twenty-third Session of the General Assembly of States Parties to the Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage.** UNESCO: Paris, 2021. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/sessions/23GA/documents/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ZANIRATO, Sílvia Helena; RIBEIRO, Wagner Costa. **Mudanças climáticas e risco ao patrimônio cultural em Ouro Preto – MG – Brasil.** In: Confins, Belo Horizonte, n. 21, 19. ago. 2014. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/9673>. Acesso em: 08 jul. 2023.

7

O parque minhocão como um elemento influenciador da atividade física

TANAKA, Mariana Lisboa¹; **ROMERO**, Marcelo de Andrade²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | mari.listanaka@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | marcelo_romero@icloud.com

1. INTRODUÇÃO

A construção das cidades desde o aparecimento dos automóveis privilegiou esse modal, buscando um modelo de planejamento que representasse e acompanhasse o que para muitos foi considerado um avanço e um modelo de “progresso”. O uso do automóvel resultou na expansão dos centros urbanos, permitindo que as pessoas percorram distâncias maiores em menos tempo. Além disso, essa expansão trouxe benefícios, como um aumento nas oportunidades de emprego (Kleinert; Horton, 2016).

Atualmente, sentem-se os efeitos dessas escolhas e cada vez mais se tornam latentes os problemas enfrentados pelas cidades por conta do crescente número de automóveis, tráfegos intensos, poluição do ar, entre outros (Kleinert; Horton, 2016). Todas essas constatações se revelam críticas e contrárias às ideias de sustentabilidade urbana, que deve promover um cuidado ao meio ambiente. Os planejadores olhavam de cima os modelos em escala das cidades, faltando a visão do ambiente na altura dos olhos (Gehl, 2014). Além disso, o incentivo ao uso do carro trouxe como consequência altos índices de sedentarismo, já que o seu uso excessivo acaba limitando as experiências dentro da cidade, no deslocamento do

dia a dia e prendendo cada vez mais pessoas dentro de espaços fechados.

Segundo o relatório *World Urbanization Prospects*, criado em 2018, produzido pela Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento para Assuntos Econômicos e Sociais (DESA, 2018), atualmente, 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é que essa proporção aumente para 70% até 2050.

Como apontado, a expectativa para o aumento de pessoas que vivem em áreas urbanas só tende a crescer, com esse dado em vista, podemos multiplicar o número de problemas que hoje encontramos nas cidades, especialmente em relação às consequências ambientais e, por conseguinte, ao bem-estar de todas as pessoas, e isso pode ser cada vez maior, pois sabe-se das problemáticas que a área urbana traz, a poluição gerada, o consumo e diversos outros fatores que contribuem negativamente para o futuro das cidades.

Com isso, constatamos que, ao criar as cidades, elas também nos moldam de volta como sociedade, impactando diversas áreas de nossas vidas, não apenas na utilidade, mas também no nosso comportamento (Gehl, 2014).

Tendo em vista esses dados, o contexto atual do aumento da população mundial que vive em áreas urbanas e os índices preocupantes do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) alerta para um possível aumento da temperatura média global e do nível do mar nos próximos 100 anos. Essas alterações podem ter um impacto significativo nas atividades humanas e nos ecossistemas terrestres, portanto, construir cidades mais seguras e sustentáveis é um desafio a ser alcançado em âmbito internacional.

Paralelamente ao crescimento das cidades e aumento da poluição, existe o crescimento dos índices de sedentarismo e doenças crônicas, como aponta Lopez (2004). A autora faz uma associação entre expansão urbana e a saúde pública. A dispersão urbana tem levado a um aumento da dependência do automóvel, o que resulta na diminuição do hábito de caminhar ou utilizar bicicletas nas cidades. Essa falta de atividade física está relacionada ao sedentarismo, obesidade e ao surgimento de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas.

De acordo com o plano de ação global sobre atividade física da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2018), lançado em junho de 2018, é fundamental promover a saúde da população brasileira por meio da redução do sedentarismo. O objetivo é diminuir a inatividade física em 15% até o ano de 2030.

Desse modo, diminuir o sedentarismo e desenvolver cidades sustentáveis são temas de importância mundial e urgente. Assim, este trabalho traz discussões e dados relevantes para abrir caminhos na construção de cidades que sejam mais sustentáveis, humanas e saudáveis por meio de espaços públicos de qualidade que possam contribuir para a promoção de atividades físicas, consequentemente vencendo a alta taxa de sedentarismo. Tendo como base um urbanismo que incentiva a caminhabilidade, por meio de conceitos sobre ambientes compactos, de uso misto e interligados com transporte público (Jacobs, 2009; Gehl, 2014; Speck, 2016).

2. OBJETIVO

A partir dessa breve contextualização, o objetivo principal do trabalho é avaliar a influência e a relação do espaço público na motivação das pessoas para a atividade física. Especificamente, a pesquisa colaborou na discussão sobre o Parque Minhocão e a sua relação com a saúde, a sustentabilidade, a mobilidade e os espaços públicos nas cidades.

Com isso, fornece contribuição à discussão sobre a importância do desenho urbano e dos equipamentos urbanos das cidades na vida dos seus usuários.

Assim, constatando como as possibilidades de espaços públicos urbanos e um planejamento de cidade que favorece o pedestre e a atividade física podem interferir de modo direto e indireto na motivação das pessoas para uma vida mais ativa.

3. MÉTODO

A metodologia aplicada no trabalho está apresentada a partir de uma APO (Avaliação

Pós-Ocupação). Esta pesquisa está apresentada em cinco etapas. A primeira é uma revisão teórica contextualizando e cruzando informações de autores sobre as temáticas de qualidade dos espaços públicos urbanos, caminhabilidade e saúde urbana. As demais etapas apresentam a aplicação de uma APO em um espaço público urbano dentro da cidade de São Paulo, chamado Elevado Presidente João Goulart, apelidado pela população como Parque Minhocão, localizado no centro da cidade. A escolha se deu pelo seu uso restrito aos pedestres em determinados horários durante a semana e aos fins de semana. Para isso, foram realizadas avaliações observacionais técnicas, para compreensão da dinâmica urbana e junto disso uma pesquisa com os usuários do espaço.

ETAPA I: fundamentos teóricos e diretrizes

Grande parte da literatura existente relacionada aos estudos das cidades ao longo do tempo, principalmente na atualidade, trata de visões para tornar as cidades mais vivas e, portanto, mais humanas (Jacobs, 2009; Gehl, 2014; Speck, 2016). Levando isso em consideração, urbanistas e críticos da área incentivam o uso das ruas pelos pedestres, percursos a pé até locais próximos, o uso de áreas verdes para atividades físicas, evitando, quando possível, a utilização dos carros e automóveis não coletivos.

Temas como mobilidade ativa são constantemente citados como alternativas para uma cidade mais humana e sustentável. Essa é uma possibilidade de locomoção não motorizada, mas usando a força física das pessoas para executar suas atividades, como, por exemplo, bicicletas e o caminhar. Dentro da mobilidade ativa, também está o ato de utilizar outros meios de transporte com propulsão humana, como *skate*, patins, patinetes, entre outros (Gomes *et al.*, 2018). A mobilidade ativa faz parte da política de cidades sustentáveis e saudáveis, pois apresenta diversas vantagens como o baixo custo. Além disso, possui menor impacto ambiental, quando comparada a transportes motorizados, uma vez que

não necessita do consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis (Dias, 2020).

Nos anos 1950, a jornalista estadunidense Jane Jacobs se destacou como uma figura influente no ativismo urbano, expressando críticas em relação ao planejamento urbano modernista daquela época. Ela aponta situações em que a cidade mantém sua vitalidade, proporcionando condições favoráveis para a utilização das ruas. Destaca a segurança como um ponto importante. Segundo a autora, em seu livro “Morte e vida das grandes cidades”, ruas com mais pessoas diminuem as chances de ocorrências de assaltos e crimes, pois as pessoas são os “olhos da rua”. Isso aumenta a sensação de vizinhança e segurança, assim, as pessoas são motivadas a frequentar as ruas, caminhando e adaptando seu estilo de vida (Jacobs, 2011).

Na mesma linha de pensamento de Jane Jacobs, o arquiteto dinamarquês Jan Gehl, na década de 1970, apresentou conceitos para melhorar áreas públicas utilizando como base a escala humana. Ele ressalta a importância do crescimento da cidade ao nível do pedestre, criticando os métodos anteriores de planejamento urbano que se concentravam na visão aérea, e traz em suas obras a ideia de planejar a cidade com foco no térreo dos edifícios e na redução das distâncias nas ruas.

Como complemento desses autores e por meio de uma visão mais recente, Jeff Speck publicou em 2016 seu livro “Cidade Caminhável”, com críticas ao modo como as cidades foram construídas ao longo do tempo, favorecendo o carro e ocupando o espaço do pedestre. O autor aborda principalmente o tema da caminhabilidade nas cidades americanas. Um exemplo notável é a cidade de Portland, que tem investido em melhorias no transporte coletivo, na facilitação para pedestres e na criação de ciclovias. Como resultado, o trânsito na cidade diminuiu em 20% em relação ao seu pico em 1996, o que representa uma economia geral de cerca de US\$ 1 bilhão por ano, considerando tanto os gastos públicos quanto as economias dos usuários. Esses recursos financeiros são reinvestidos na cidade, resultando em um alto número de livrarias, bares e restaurantes *per capita*. Além disso, traz evidências

de que caminhar tem benefícios para a saúde física e mental, além de promover a interação social entre os moradores da cidade.

O termo caminhabilidade, em sua essência, refere-se à conexão entre a cidade e o indivíduo, garantindo que todos tenham acesso a espaços abertos e acessíveis. A atividade de caminhar é influenciada pela mente, varia de acordo com cada pessoa e suas vivências, e ajusta-se às diferentes características físicas e sensoriais (Barbosa, 2022). O desenvolvimento do conceito de caminhabilidade tem sido explorado desde os anos 90. Foi o político canadense Chris Bradshaw, em 1993, quem introduziu e analisou esse conceito, utilizando como exemplo as calçadas de seu bairro em Ottawa. Segundo Bradshaw, a caminhabilidade é uma forma de restabelecer o senso de pertencimento das pessoas em relação às ruas de suas comunidades. No entanto, foi a partir da conferência internacional WALK 21 em Londres, na Inglaterra, nos anos 2000, que as pesquisas sobre a qualidade dos deslocamentos a pé passaram a receber maior atenção. Com isso, diversos outros planejadores e críticos começaram a abordar o assunto (Barbosa, 2022).

Contudo, pode-se observar ao longo dos anos que muitos incentivos e estímulos foram sendo aplicados para que o uso de automóveis particulares aumentasse. De acordo com Pereira *et al.* (2014), nos últimos anos, houve uma redução nos deslocamentos por meios de transporte ativos devido ao crescimento da quantidade de veículos particulares nas residências.

Isso possibilitou a diminuição da necessidade física para percursos longos ou com elevações significativas. No entanto, também resultou no aumento do sedentarismo ao tornar os deslocamentos de porta a porta mais comuns (González-Gross *et al.*, 2013). Como resultado, o sedentarismo leva à obesidade, que é responsável por várias doenças que afetam negativamente a saúde e a expectativa de vida das pessoas.

Frente a isso, o Ministério da Saúde (2022) traz dados que preocupam, pois apontam que a obesidade atinge 6,7 milhões de pessoas no Brasil.

Segundo o índice de massa corporal (IMC), existem graus de obesidade. O grau III (acima de 40kg/m²), é considerado uma obesidade mórbida. No ano de 2019, 407.589 indivíduos foram identificados com obesidade de grau III, correspondendo a 3,14% das pessoas monitoradas. No entanto, em 2022, houve um aumento significativo para 863.086 pessoas com o nível mais severo de obesidade, representando 4,07% da população. Isso resultou em um crescimento de 29,6% em um período de apenas quatro anos. Essas informações foram divulgadas pela Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SBCBM, 2022).

De acordo com a tabulação do SISVAN (Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, 2022), podemos observar que aproximadamente 20% da população é afetada pela obesidade grau I, enquanto a obesidade grau II atinge cerca de 7,7% da população, o que representa aproximadamente 1,6 milhão de pessoas. Além disso, constatou-se que o sobrepeso afeta atualmente cerca de 31% ou 6,72 milhões dos brasileiros que participaram dessa tabulação. É importante ressaltar que a tabulação contou com a participação de 21,2 milhões de brasileiros.

O presidente da SBCBM (Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica), Antônio Carlos Valezi, relata que o Brasil apresenta uma das maiores proporções de indivíduos com excesso de peso globalmente. No entanto, essa situação foi ainda mais acentuada com o surgimento da pandemia de covid-19.

Segundo os dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017c), a porcentagem de brasileiros que não praticam exercícios físicos na intensidade e quantidade recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) é de 64%. Para ser considerado fisicamente ativo, um adulto precisa realizar pelo menos 150 minutos (2h30min) de exercícios físicos moderados por semana. Em 2016, essa porcentagem teve uma pequena redução, chegando a 62,4%. No entanto, ainda há um aumento no número de pessoas com obesidade e excesso de peso na população brasileira. De acordo com Hallal *et al.* (2012), mais de 30% de todos os adultos no mundo não praticam atividades físicas suficientemente (Dias, 2020).

De acordo com Sallis *et al.* (2016), a inatividade física é uma pandemia global, que traz como consequência a morte de mais de 5 milhões de pessoas por ano. Portanto, hoje, a atividade física é um dos principais focos da Organização das Nações Unidas (ONU, 2018) para a redução de doenças não transmissíveis.

A partir disso, emergem possibilidades de estudo que associam o sedentarismo à mobilidade urbana. A OMS utilizou a Health Economic Assessment Tool (HEAT) em sete pesquisas para analisar como a mobilidade ativa influencia e afeta a saúde. Foi constatado que aqueles que praticam atividade física, fazendo cerca de 29 minutos de caminhada por dia, têm uma redução de risco de mortalidade de 22%. Além disso, aqueles que utilizam a bicicleta por pelo menos 3 horas por semana apresentam uma redução de risco de 28% (Andersen *et al.*, 2000).

A estrutura da cidade e como ela está organizada representa um ponto fundamental na utilização do espaço público (Dias, 2020). Um estudo realizado pelo International Physical Activity Environment Network (Rede Internacional de Ambiente de Atividade Física, 2004), em vários lugares do mundo, inclusive no Brasil, mostrou que viver em locais povoados densamente, mas com ruas bem conectadas, onde se permite o uso diversificado e racional do espaço urbano, além da disponibilidade de parques, promoveu o deslocamento ativo, a pé ou de bicicleta (Christiansen *et al.*, 2016).

Relacionado a esse estudo, segundo Giles-Corti *et al.* (2016), existe uma relação entre o desenho urbano e a caminhabilidade das pessoas, seja por lazer ou necessidade diária. A disponibilidade e o acesso a espaços de lazer na cidade influenciam diretamente na escolha das pessoas por andar a pé. Além disso, os autores destacam que ambientes projetados levando em consideração esses aspectos contribuem para uma vida ativa e podem ajudar a diminuir a desigualdade social.

Considerando todos os temas tratados e tendo em vista que a maioria da população brasileira é insuficientemente ativa, é necessário melhorar os indicadores de saúde.

Uma grande forma de estimular isso é criar políticas e espaços públicos de qualidade que incentivem o transporte ativo e criem espaços para as práticas de atividades físicas, atenuando assim o sedentarismo presente no mundo hoje. Dessa forma, este trabalho se faz necessário, como contribuição para debates e discussões em prol de cidades que sejam mais humanas e com menor impacto ambiental.

ETAPA II: estudo sobre o local Elevado Presidente João Goulart - Minhocão

De acordo com as informações fornecidas pela câmara municipal de São Paulo (2016), o Elevado Presidente João Goulart, anteriormente conhecido como Artur Costa e Silva e popularmente chamado de “Minhocão”, foi aberto ao público em 25 de janeiro de 1971, durante as comemorações do aniversário da cidade, sob a gestão do então prefeito Paulo Maluf. O objetivo dessa construção era resolver questões de tráfego e conectar com mais eficiência o centro da cidade com as regiões leste e oeste da capital.

Naquele momento, foi reconhecido como o empreendimento de infraestrutura urbana mais extenso da América Latina, possuindo 2,8 quilômetros que atualmente são percorridos por mais de 70 mil veículos diariamente. No entanto, no presente momento, é tido como um dilema na cidade, uma ferida que atravessa o centro, já que ocasiona transtornos sonoros e liberação de fumaça para os habitantes das proximidades (São Paulo, 2016).

Abaixo do Elevado, estão as vias e áreas verdes, Rua Amaral Gurgel, Avenida São João, Praça Marechal Deodoro e Avenida General Olímpio da Silveira.

Há anos, ocorrem discussões acerca do destino do Viaduto. O assunto está em pauta entre pessoas responsáveis pelo governo, especialistas e membros da comunidade que buscam uma solução inovadora, porém as opiniões são diversas e persistem.

O mais recente plano diretor estratégico da cidade estabeleceu que a via elevada

será completamente desativada para o tráfego de veículos dentro de um período máximo de 15 anos, a partir de 2014 (ano em que foi aprovado).

A partir dessa escolha, várias iniciativas têm fortalecido a discussão, pesquisas, pontos de vista dos residentes, reuniões públicas, reportagens especiais, entre outras. Alguns dos questionamentos são: demolir? Converter em um parque linear? Para onde serão direcionados os veículos? A cidade é capaz de operar sem essa via de acesso? (São Paulo, 2016).

De acordo com a Câmara Municipal de São Paulo (2016), ao longo do tempo, houve reclamações de moradores em relação ao barulho gerado e, a partir disso, foi aplicada a Lei nº 12.152/96, que determina que o Elevado Presidente João Goulart, em São Paulo, está restrito aos carros todos os domingos, feriados e durante a semana, das 21h30 até as 6h30. Em julho de 2015, o então prefeito Fernando Haddad anunciou a interdição do Minhocão também aos sábados, a partir das 15h. Essas restrições são baseadas em análises da CET (Companhia de Engenharia de Tráfego), que comprovam baixo tráfego no local, tornando viável essa ação.

Atualmente, o Minhocão serve como parque e fica aberto aos pedestres durante a semana das 20h às 22h e aos sábados, domingos e feriados das 7h às 22h.

De acordo com informações fornecidas pela prefeitura, no mês de maio de 2021, a Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL) implantou áreas de descanso que incluem bancos e tablados no Elevado (Minhocão) durante os fins de semana e feriados, com o objetivo de atender às necessidades do público que utiliza a via. Essa medida segue a abordagem do urbanismo tático, que visa permitir que os cidadãos se apropriem de determinados espaços urbanos, por meio de mudanças rápidas, reversíveis e de baixo custo. Além disso, outras ações anteriores foram realizadas, como a criação de novos acessos e a instalação de gradis de segurança, juntamente com unidades do Programa Centro Aberto, localizadas na parte inferior do Elevado.

Atualmente, o espaço fica sob responsabilidade da Secretaria do Turismo, a qual informa que a frequência de usuários do parque durante a semana, de segunda a sexta, das 20h às 22h, é em média de 800 a 1500 pessoas. Já aos sábados, a média varia de 8.000 a 12.000 pessoas e aos domingos chega a 20.000 pessoas.

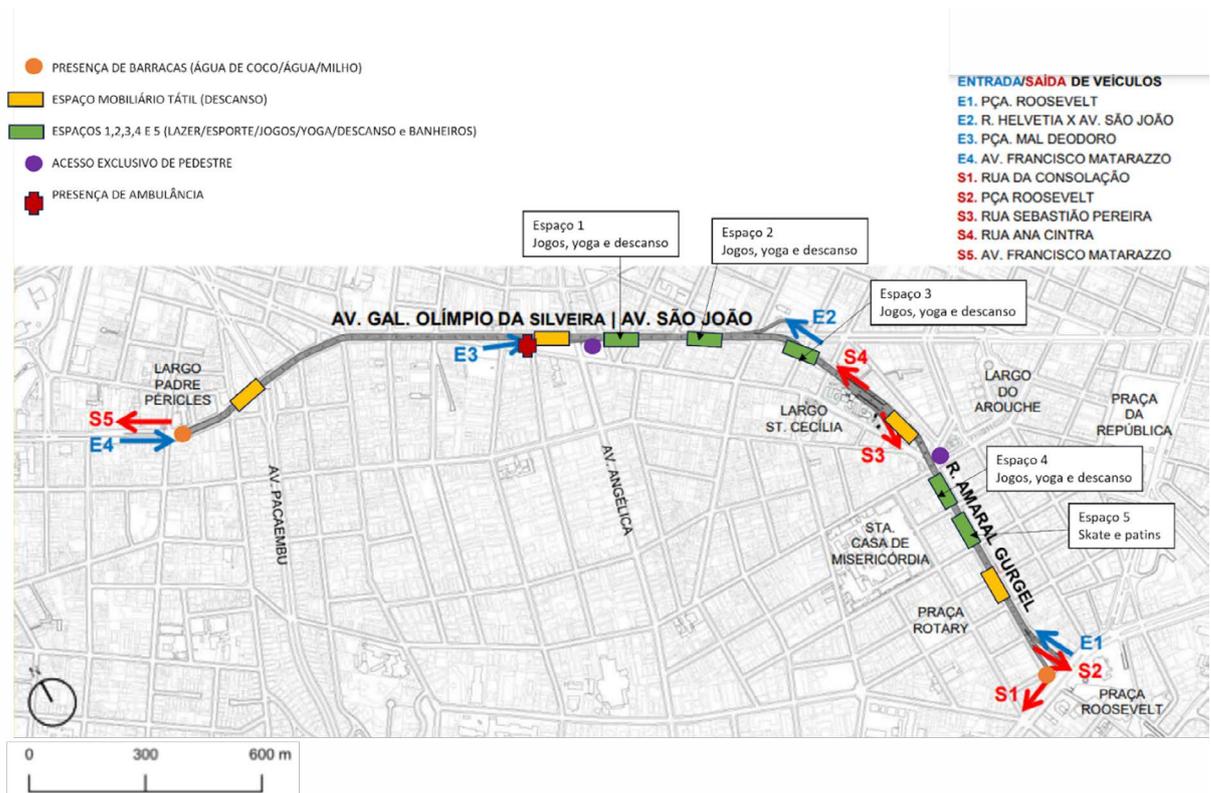
Como pode-se observar, muitas discussões existem sobre o Minhocão, sua existência e seu futuro, porém, o intuito do trabalho não é trazer foco a essas discussões, mas utilizá-lo como objeto de pesquisa para analisar a influência dos espaços urbanos na vida das pessoas e em suas motivações para a atividade física e uma vida mais ativa. Foi usado o Minhocão como objeto de pesquisa, pois a atividade central de seu uso, principalmente em dias de semana, é focada em atividades físicas.

Figura 1. Vista de cima e entorno



Fonte: adaptado de Google Maps (2023).

Figura 2. Mapa de atividades durante finais de semana e feriados conforme observação do autor



Fonte: adaptado de Gestão Urbana SP (2023).

Figura 3. Mapa de fotos durante fim de semana



Fonte: adaptado de Gestão Urbana SP, fotos do autor (2023).

Aos fins de semana, a movimentação é maior e, por isso, existem mobiliários e banheiros que são distribuídos ao longo da via e retiradas nos dias úteis, além da presença de ambulância e seguranças.

ETAPA III: estudo de caso *High Line*

O *High Line* é um parque linear situado na cidade de New York, nos Estados Unidos. Tem uma extensão de 2,4 km e abrange uma área de 2,7 hectares, percorrendo três distritos urbanos (Meatpacking, West Chelsea e Hell's Kitchen/Clinton) sobre um viaduto elevado com uma altura de 8m. Na sua origem, era uma antiga linha ferroviária desativada.

O projeto foi fruto de um movimento cívico que se opôs à demolição, a comunidade se uniu para reaproveitá-lo, pois na época foi destinado ao desmantelamento pelas autoridades locais (Fidalgo, 2017, p. 14).

Segundo dados do *site* oficial do *High Line*, a via férrea elevada foi construída para atender uma demanda de segurança da época, pois a Comissão de Trânsito da cidade, em 1924, ordenou a remoção de cruzamento no nível da rua, devido a muitas mortes de pedestres. Em 1933, funcionou o primeiro trem na *High Line*, chamada até então de *West Side Elevated Line*. E, em 1934, a linha estava totalmente operacional, transportando milhões de toneladas de carne, laticínios e produtos agrícolas.

Mas, entre a década de 1960 a 1980, o uso do trem diminuiu devido ao aumento do transporte rodoviário. A seção mais ao sul do *High Line*, das ruas Spring a Bank, foi demolida nos anos 60. O declínio continuou durante os anos 70, com todo o tráfego parado nos anos 80. Os apelos para a demolição completa da estrutura logo se seguiram.

Com a estrutura sem uso, começaram a nascer ideias para usar o *High Line* para outros fins. Formou-se em 1983 a denominada *The West Side Rail Line Development Foundation*, buscando preservar a estrutura. Nesse mesmo ano, o Congresso aprovou a Lei do Sistema

de Trilhas, permitindo transformar antigas linhas ferroviárias em áreas recreativas. As perspectivas públicas do *High Line* aumentaram e diminuíram ao longo de décadas. Foram demolidas algumas partes em 1991 e, em 1999, a CSX *Transportation*, proprietária do *High Line*, abriu propostas para a reutilização da estrutura. No mesmo ano, o prefeito Giuliani assinou uma ordem de demolição. Começou a surgir, contudo, um paisagismo na ferrovia, como um jardim de plantas silvestres e, inspirados pela beleza escondida, Joshua David e Robert Hammond fundaram a *Friends of The High Line* (Amigos da *High Line*), uma entidade sem fins lucrativos, com o objetivo de proteger e reutilizar a área como um espaço público. A *Friends of the High Line* permanece como a única organização encarregada de cuidar e administrar a *High Line*, sendo financiada por seus apoiadores.

Em 2003, para provocar o diálogo sobre o *High Line*, em uma época em que sua transformação em parque ainda não estava garantida, o *Friends of The High Line* promoveu um “concurso de ideias”, recebendo 720 ideias de mais de 36 países sobre formas de uso do parque. A competição ajudou a divulgar e aumentar a conscientização e o entusiasmo.

Entre os anos de 2004 e 2006, foi proposta uma área de zoneamento especial: o *West Chelsea Special District*, com o apoio do então prefeito Bloomberg e da Câmara Municipal. Isso facilitou o uso como parque público. A equipe responsável pela transformação do *High Line* incluiu o escritório de arquitetura paisagística James Corner Field Operations, o estúdio de *design* Diller Scofidio + Renfro e o paisagista Piet Oudolf. Quatro anos depois que a CSX *Transportation* doou a propriedade da estrutura para a cidade de New York e três anos após o início da construção (em abril de 2006), a primeira seção do *High Line* foi aberta ao público de *Gansevoort* até a *20th Streets*. A *High Line Art* foi fundada em 2009 e continua todos os anos a encomendar e produzir obras de arte dentro e ao redor da *High Line*. Então, entre os anos 2012 e 2023, foi-se inaugurando partes do parque, com espaços diversos.

Atualmente, o *High Line* se transformou em uma área verde contínua, com uma variedade de mais de 500 tipos de plantas e árvores. A administração e programação do

parque são realizadas pela *Friends of the High Line* em colaboração com o Departamento de Parques e Recreação de New York. Além dos espaços públicos e jardins, o *High Line* oferece uma ampla gama de programas e atividades para a comunidade, incluindo participação de adolescentes, obras de arte e apresentações de classe mundial, todas gratuitas e abertas a todos.

Críticas ao projeto do parque

De acordo com Schiller e Santoro (2017), a *Friends of The High Line* utilizou um estudo para convencer tanto a Prefeitura quanto a população sobre a viabilidade do parque *High Line*. O estudo demonstrou que o valor proveniente dos impostos sobre as propriedades vizinhas ao parque seria maior do que o custo de sua construção. Os estudos apresentaram a oportunidade de transformar a estrutura elevada em um parque verde linear de alto padrão, cujo financiamento seria obtido por meio do “rezoneamento”, que consiste na alteração dos antigos usos industriais e comerciais para usos mistos e habitacionais, inclusive possibilitando um aumento no número de construções com coeficientes de aproveitamento consideravelmente elevados. O projeto, intitulado *Special West Chelsea District Rezoning* foi aprovado em 2005, conforme mencionado anteriormente. A implementação desse plano resultou no aumento dos valores de aluguel e na expulsão da população de baixa renda, ou seja, iniciando um processo de gentrificação. Foi preciso transformar o elevado em um produto de luxo para que pudesse ser financiado quase que completamente pelo governo. Isso gerou mais interesse por parte do mercado imobiliário do que pelos moradores locais (Schiller e Santoro, 2017).

Antigamente, a região abrigava pessoas de classe social média, que trabalhavam e moravam no local. Atualmente, ela se transformou em um local que recebe casas luxuosas e se tornou um destino turístico bastante popular, atraindo museus e hotéis. De acordo

com informações da NYCEDC, o valor dos imóveis nas proximidades do parque aumentou em 103% entre os anos de 2003 e 2011 (NYCEDC, 2017).

O espaço atualmente é majoritariamente utilizado por visitantes, restringindo outras finalidades. É proibido praticar ciclismo, *skate* ou patins, reproduzir música em volume elevado sem autorização, fumar ou trazer animais de estimação. Além disso, é necessário ter autorização para eventos com mais de 20 pessoas. No entanto, o setor do turismo é responsável por garantir a continuidade desses eventos, por meio da visita como uma forma de divulgação e apoio, bem como do consumo dos produtos disponíveis no local. É importante ressaltar que a construção do parque foi em grande parte financiada pelo governo. A manutenção do parque depende das atividades de consumo realizadas nele e, principalmente, de doações, algo que é culturalmente comum nos Estados Unidos.

Comparação com o Parque Minhocão

Toda a história do *High Line* se interliga ao histórico do Minhocão (Elevado Presidente João Goulart), diferenciando apenas o uso primário, que no caso do *High Line* era uma ferrovia e o Minhocão uma rodovia.

A similaridade começa por sua estética e extensão, atravessando bairros sobre um viaduto. Existe também a participação cívica, que, no caso do Minhocão, é hoje a Associação Parque do Minhocão, liderada pelo presidente Felipe Morozini. Pode-se comparar com a *Friends of The High Line*. O desuso do *High Line* por conta do aumento do transporte rodoviário pode ser comparado com o fechamento do Minhocão no período noturno e fins de semana, devido ao barulho causado, tornando-o assim inativo durante esse período do dia. Tem-se também relação aos debates sociais, parte do grupo do entorno do *High Line* reivindicava a demolição e outra parte defendia o parque. Assim como ocorre no Minhocão, uma parte da população solicita a demolição do elevado devido aos incômodos causados

pelo barulho dos carros e das pessoas. Enquanto isso, outra parte está reivindicando a transformação dessa via em um parque e área verde. Essa disputa entre as duas propostas também está ocorrendo atualmente em São Paulo, assim como aconteceu nos movimentos feitos pelo poder público. O Plano Diretor de 2014 já previa a desativação do Minhocão para veículos, porém deixou a decisão final sobre seu destino nas mãos da sociedade. Além disso, a prefeitura lançou concursos públicos para o projeto do parque, sendo o escritório de Jaime Lerner o vencedor, o que se assemelha ao que aconteceu no *High Line*, quando a *Friends of The High Line* também promoveu um concurso.

Schiller e Santoro (2017) argumentam que a cultura filantrópica e o envolvimento da sociedade civil na esfera pública são muito mais pronunciados nos Estados Unidos do que no Brasil. As autoras levantam dúvidas em relação à comparação entre o *High Line* e o Minhocão, questionando qual é o objetivo do Parque Minhocão em São Paulo. Seria apenas um estímulo para a construção e valorização imobiliária, ou um parque destinado aos moradores locais, permitindo que continuem vivendo na região? Quem financia essa transformação urbana e em benefício de quem?

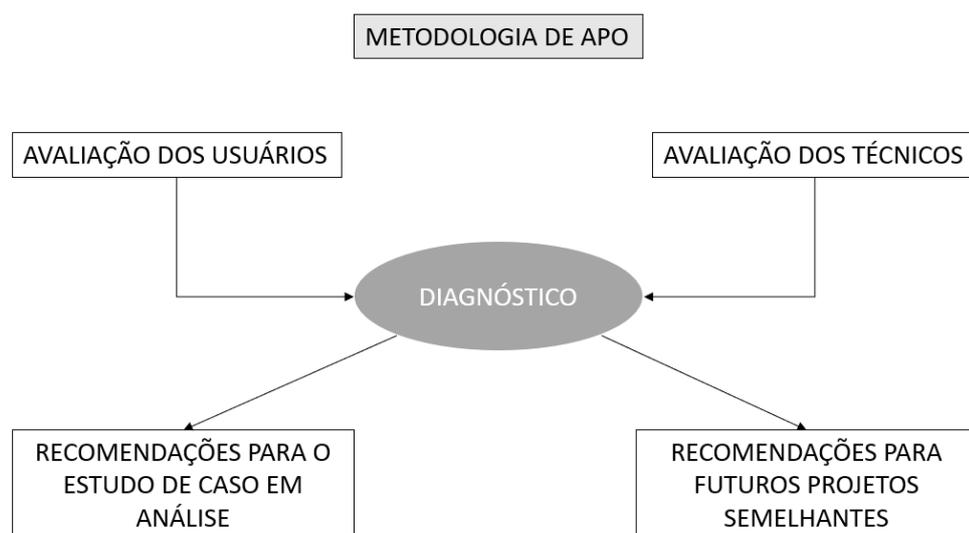
Sendo assim, visto todo o histórico do *High Line* e entendendo suas similaridades com o Parque Minhocão, é de extrema necessidade utilizá-lo como exemplo, seja para destacar pontos positivos, como para não repetir os erros feitos na construção do *High Line*, causando por exemplo uma enorme gentrificação da região. Ter atenção a esses pontos e viabilizar a construção do parque, pensando em soluções viáveis de financiamento, é mais do que necessário.

ETAPA IV: o método da avaliação pós-ocupação

A APO é uma metodologia que, ao ser aplicada no ambiente construído, seja ele um equipamento urbano ou uma edificação, pode considerar fatores como: socioeconômicos,

infraestrutura e superestrutura do sistema construtivo, conforto ambiental, economia de energia, fatores estéticos, funcionais e comportamentais (Romero; Ornstein, 2003). Por meio desses dados, são utilizados diversos métodos e procedimentos para identificar aspectos favoráveis e desfavoráveis do ambiente durante o seu uso. Tendo em conta as perspectivas de especialistas, projetistas e clientes, assim como as opiniões dos utilizadores. Não só isso, mas a APO difere da avaliação de desempenho “clássica” realizada por laboratórios em instituições de pesquisa pois também se acredita que seja importante avaliar principalmente a capacidade de responder às necessidades dos usuários ou o grau de satisfação que eles sentem, sem diminuir a importância da avaliação física ou tradicional. Nesse sentido, a APO possui uma grande legitimidade “ambiental”, pois pode ser analisada, diagnosticada e aconselhada de acordo com o público local, de forma realista e em tempo real (Romero; Ornstein, 2003, p. 27). Portanto, a avaliação pós-ocupação inclui tanto usuários quanto técnicos como fontes de informação (ilustrada em sua forma básica na Figura 4), garantindo a participação dos usuários nos processos de avaliação sem diminuir a importância da avaliação técnica e do conhecimento teórico dos avaliadores.

Figura 4. Fluxograma básico do método de Avaliação Pós-Ocupação



Fonte: adaptado de Romero (2003).

O questionário desenvolvido para análise do Parque Minhocão, considerado para implementação permanente, possui as seguintes categorias:

- 1 - Caracterização do entrevistado, incluindo sexo, faixa etária e nível de ensino;
- 2 - Caracterização comportamental, análise de influência do espaço público na motivação do entrevistado para atividade física;
- 3 - Caracterização de uso, tempo, em que dias da semana, frequência;
- 4 - Tentativa de identificar os pontos de interesse para definir percursos, por onde são os acessos e saídas;
- 5 - Atividades e lazer, identificar os tipos de atividades desenvolvidas no local; e
- 6 - Caracterização da sensação de segurança do local.

ETAPA V: APLICAÇÃO DO MÉTODO APO NO ELEVADO PRESIDENTE JOÃO GOULART

A pesquisa foi realizada por meios digitais, utilizando como ferramenta um formulário do Google Forms. Para isso, contou-se com a divulgação na rede social da Associação Parque Minhocão e por meio de um banner instalado no local com o *QRcode* da pesquisa/formulário *online*, no qual as pessoas podiam acessar por meio do celular e participar da pesquisa voluntariamente. Foram obtidas 373 respostas.

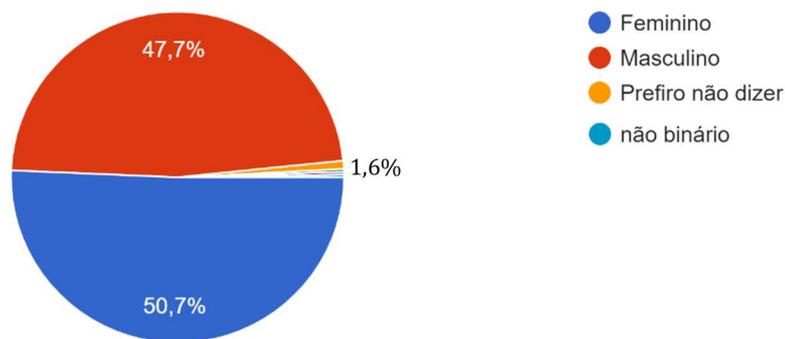
A pesquisa teve como intuito conhecer o público que utiliza o parque como pedestre (exclusivamente), entender quem são, como usam, quando, por onde essa população entra e sai desse espaço, quais tipos de atividades são realizadas e, por fim, também saber qual a influência desse espaço público na motivação de cada um para a atividade física.

1. Caracterização do entrevistado:

1.1. Sexo: Como ilustrado no gráfico, 50,7% das pessoas que responderam são do sexo feminino (maioria); 47,7% são do sexo masculino e 1,6% se identificaram como não binários ou preferiram não dizer. Observa-se que a divisão entre feminino e masculino está quase equiparada entre os que responderam à pesquisa.

Figura 5. Gráfico das Respostas – sexo

Sexo:
373 respostas

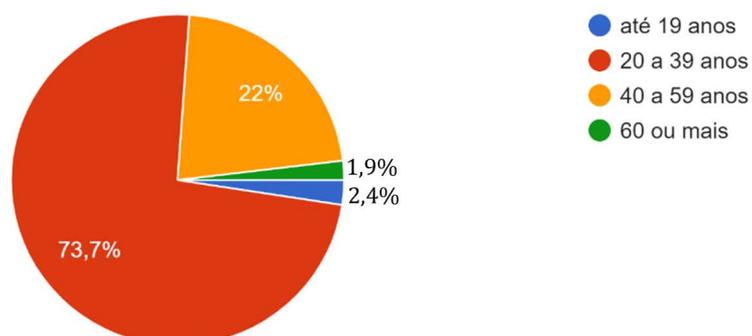


Fonte: elaboração própria (2023).

1.2. Idade: Dos entrevistados, 73,7% têm idade entre 20 e 39 anos (a grande maioria); 22% de 40 a 59 anos; 2,4% até 19 anos; e 1,9% 60 ou mais. Aqui se nota uma predominância de idade dos que participaram da pesquisa e representam os usuários do parque.

Figura 6. Gráfico das Respostas – sexo

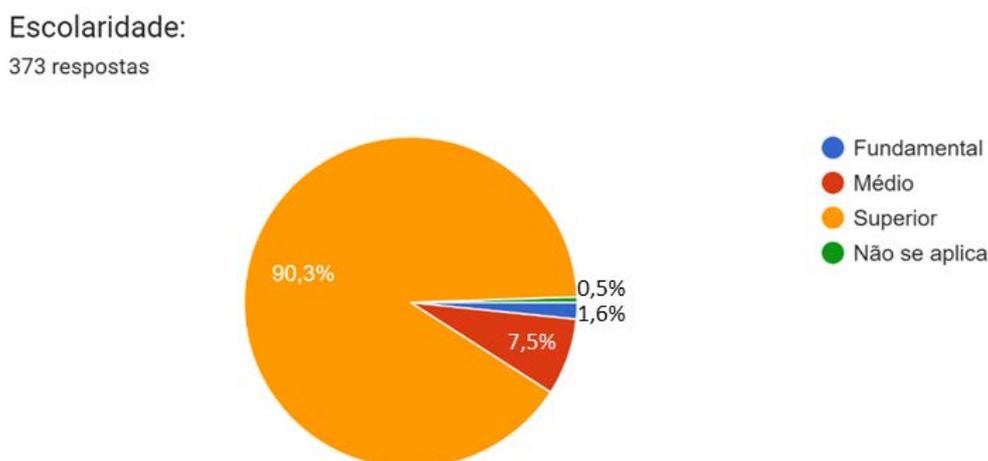
Idade:
373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

1.3. Escolaridade: Grande parte dos entrevistados têm escolaridade superior, representando 90,3%. Os que têm ensino médio são 7,5%; fundamental, 1,6%; e 0,5% responderam que não se aplica. Pode-se observar, nessa questão, uma predominância de escolaridade dos que frequentam o local e responderam à pesquisa.

Figura 7. Gráfico das respostas - Escolaridade



Fonte: elaboração própria (2023).

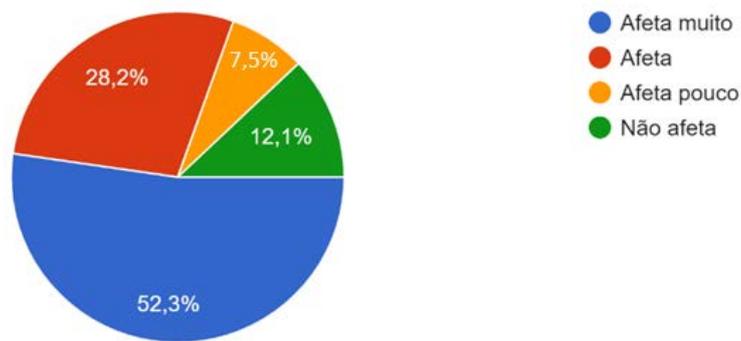
2. Caracterização comportamental:

2.1. Motivação para atividade física: essa pergunta está relacionada ao tema dos fundamentos teóricos apresentados neste trabalho, ela traz dados por meio da pesquisa, que exemplificam como um espaço público oferecido na cidade pode influenciar na vida ativa das pessoas. Como pode-se observar no gráfico apresentado, mais da metade dos entrevistados (52,3%) alega que a presença do parque afeta muito sua motivação para a atividade física; 28,2% responderam que afeta; 7,5% dizem que afeta pouco; e 12,1% responderam que não afeta.

Figura 8. Gráfico das respostas – Relação entre a presença do parque e a motivação para a atividade física

A presença do parque minhocão e seu fechamento para pedestres afeta sua motivação atividade física?

373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

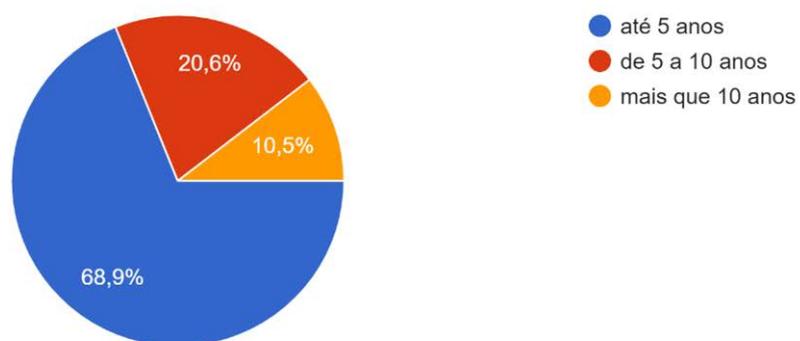
3. Caracterização de uso:

3.1. Tempo: foi questionado há quanto tempo as pessoas utilizam esse local. A maioria (69,9%) o utiliza há até 5 anos; 20,6% de 5 a 10 anos; e 10,5% mais que 10 anos.

Figura 9. Gráfico das respostas – Há quanto tempo utiliza o local

Há quanto tempo utiliza o local?

373 respostas



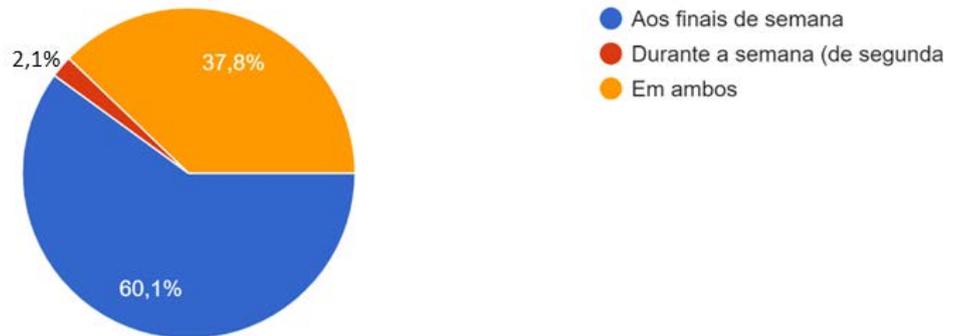
Fonte: elaboração própria (2023).

3.2. Quando: A predominância de uso acontece aos fins de semana, sendo de 60,1% e durante a semana (de segunda a sexta) 2,1%; 37,8% responderam usar em ambos os casos. Reforça-se aqui os dados informados pela Secretaria do Turismo de São Paulo.

Figura 10. Gráfico das respostas – Quando utiliza

Quando utiliza?

373 respostas



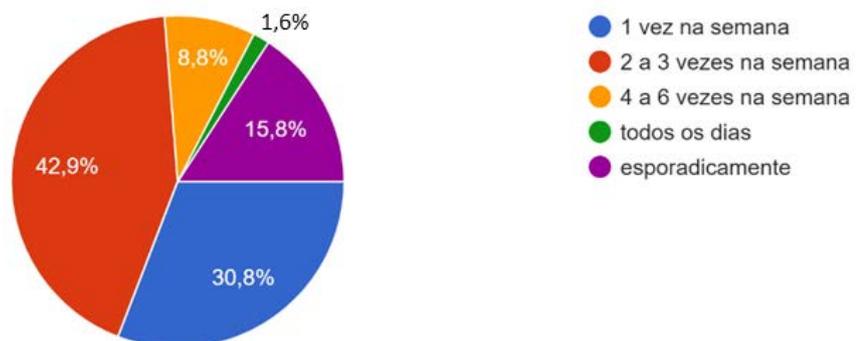
Fonte: elaboração própria (2023).

3.3. Frequência: em relação à frequência de uso do espaço, a maioria (42,9%) utiliza de 2 a 3 vezes na semana; 30,8% são os que utilizam 1 vez na semana; seguido pelos que o utilizam esporadicamente (15,8%); 8,8% utilizam de 4 a 6 vezes na semana e por fim 1,6%

Figura 11. Gráfico das respostas – Frequência

Com qual frequência?

373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

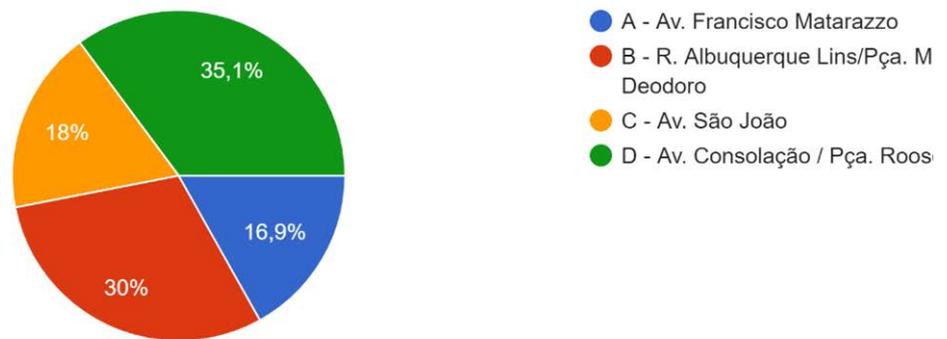
4. Localização de pontos focais para a determinação de percursos:

4.1. Acesso: com o gráfico, pode-se observar uma distribuição proporcional no geral, com uma predominância maior dos que entram pela Av. Consolação (35,1%); seguida pela entrada da R. Albuquerque Lins/Pça Marechal Deodoro (30%); e o restante bem dividido entre 16,9% com acesso pela Av. Francisco Matarazzo e 18% pela Av. São João.

Figura 12. Gráfico das respostas – Por qual acesso entra

Por qual acesso você entra?

373 respostas



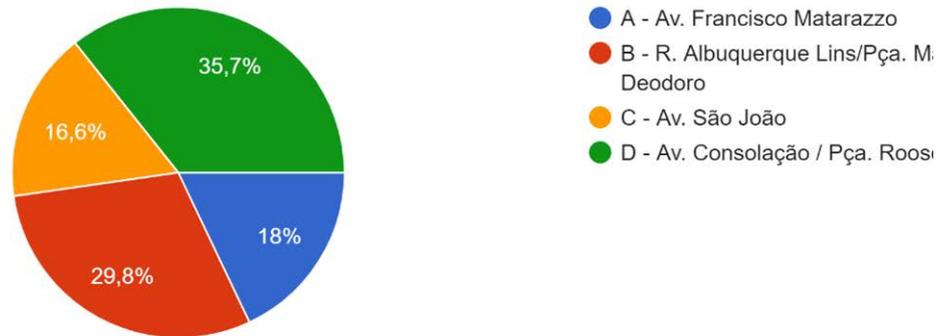
Fonte: elaboração própria (2023).

4.2. Saída: os dados são: 35,7% saem pela Av. Consolação/Pça. Roosevelt; 29,8% pela R. Albuquerque Lins/Pça. Marechal; 18% pela Av. Francisco Matarazzo e 16,6% pela Av. São João. Nota-se aqui uma proporção em relação ao gráfico de entrada, pode-se então concluir que a maioria entra e sai pelo mesmo acesso, também tendo como base que muitos utilizam o espaço para fazer atividade física, é natural que aconteça esse movimento de entrada e saída pelo mesmo portão.

Figura 13. Gráfico das respostas – Por qual acesso sai

Por qual acesso você sai?

373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

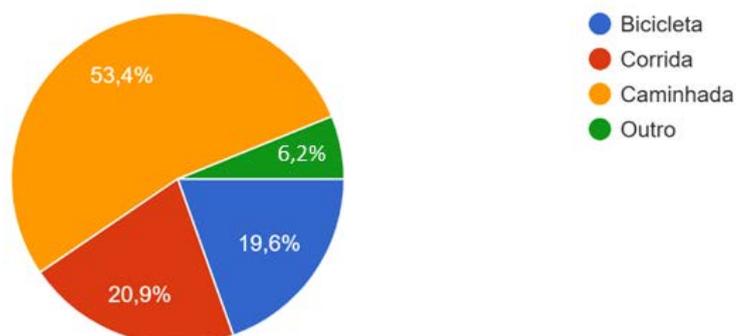
5. Atividades e lazer:

5.1. Atividades: a maioria dos entrevistados utiliza o local para caminhada (53,4%); outros 20,9% utilizam para corrida; 19,6% com bicicletas; e 6,2% responderam outro tipo de atividade. Mais uma vez, essa questão pode comprovar o embasamento da pesquisa, a relação entre saúde e o desenho da cidade, a atividade física como combatente ao sedentarismo e a ligação dos espaços públicos que oferecem oportunidades para solucionar problemas existentes na sociedade.

Figura 14. Gráfico das respostas – Qual tipo de atividade

Qual tipo de atividade você faz no minhocão?

373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

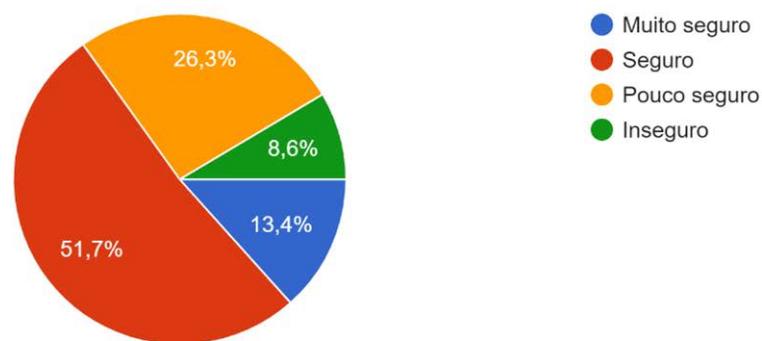
6. Caracterização da sensação de segurança do local:

6.1. Segurança: a segurança se torna um ponto de atenção para a utilização do espaço. Existe uma porcentagem considerável para aqueles que acham o espaço pouco seguro (26,3%) e inseguro (8,6%). Outros 51,7% consideram o lugar seguro e 13,4% acham muito seguro. Esse é um fator fundamental para a motivação das pessoas em usar os espaços públicos, portanto, o poder público ou quem está responsável pelo parque Minhocão deve dar atenção a esse tópico e propor melhorias nesse sentido para tornar o espaço cada vez mais atrativo.

Figura 15. Gráfico das respostas – Avaliação de segurança

Como você avalia a sua segurança durante o uso do parque minhocão?

373 respostas



Fonte: elaboração própria (2023).

4. RESULTADOS DA APO

A busca por ouvir os frequentadores de espaços públicos pode aprimorar as análises e trazer soluções de melhorias para esses locais, influenciando assim o planejamento urbano para atender às suas expectativas. Desse modo, buscou-se avaliar a pós-ocupação que ocorre com o fechamento do Parque Minhocão para carros, privilegiando o uso dos pedestres. Por meio da pesquisa, foi possível identificar o público que frequenta o parque, a predominância de faixa etária e escolaridade. Também foi importante perceber o impacto do espaço público na motivação das pessoas, ponto fundamental da pesquisa, além de caracterizar como essas pessoas utilizam o espaço, dando ênfase aos fins de semana e

às atividades que desenvolvem no local. Foi possível entender que todos os acessos são importantes e utilizados pelos usuários e ter ciência da percepção de segurança que as pessoas têm do lugar.

Com base nessas considerações, o objetivo da pesquisa é auxiliar em futuras investigações direcionadas à constante compreensão do espaço e pode fornecer dados importantes para o projeto do parque se esse for concretizado. Assim, o levantamento desses dados permite que o objetivo principal do local seja alcançado, um espaço urbano estruturador dentro da cidade. Fornece oportunidade para manifestações dos usuários como participantes ativos na cidade e no desenvolvimento desse parque que serve a eles, permitindo que usufruam da cidade com espaços de qualidade, pensados para as pessoas.

5. CONCLUSÕES

Por meio do método da Avaliação Pós-Ocupação, pode-se perceber e concluir que a presença de um espaço público dentro da cidade, destinado ao uso de atividades físicas e lazer, influencia como um todo a vida dos moradores de seu entorno. Sua motivação para atividades físicas e sua qualidade de vida dependem e são afetadas pelos espaços públicos urbanos. O resultado da pesquisa traz dados que favorecem a manutenção do Minhocão como um parque urbano. Têm-se hoje de 156.000 a 190.000 utilizações por mês, número que chama a atenção para um equipamento público presente na cidade, onde a grande maioria dessas pessoas o utiliza para a atividade física. Tendo em vista todos os dados obtidos sobre o sedentarismo, manter o parque é fundamental como meio de combater esse problema.

O sedentarismo e as doenças causadas pela falta de uma vida ativa não são responsabilidade apenas dos indivíduos, todo o desenho urbano e a configuração da cidade têm uma influência muito grande na vida dos cidadãos.

Este trabalho também traz questionamentos e discussões. A exemplo do *High Line*,

podemos trazer a reflexão sobre o futuro das cidades. A linha férrea já não atende mais às demandas da cidade atual, pois está ultrapassada e usada em menor quantidade. Será, então, que os carros vão deixar de ter tanta importância em nossas vidas no futuro? Vamos priorizar parques, pedestres e o transporte coletivo em vez de ruas para carros privados? Assim como hoje, priorizamos os espaços da cidade para os carros, abandonando o uso das ferrovias. É necessário pensar o que queremos para o futuro das cidades, quais caminhos e rumos estamos alimentando para tornar a cidade mais eficaz e sustentável, essas decisões estão ligadas à sobrevivência humana. Em sua origem, o Minhocão foi criado para solucionar um problema existente na cidade, que era a falta de espaço para carros. Hoje, pode-se questionar se ele está solucionando outro problema atual, como o sedentarismo presente na sociedade e que preocupa o mundo como um todo.

Os investimentos em espaços públicos de qualidade, com o objetivo de atender a população, são de extrema importância para a vida das pessoas, para a vida na cidade e principalmente um meio de incentivo a atividade física, solucionando assim muitos problemas relacionados à saúde e impactos ambientais.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSEN, L. B.; SCHNOHR, P.; SCHROLL, M.; HANS, O. H. et al. **All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work.** Archives of internal medicine, v. 160, nº 11, 2000, pp. 1621-1628.

BARBOSA, V. **“Caminhabilidade, o que é?”.** ArchDaily Brasil, 03 Jul 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/982710/caminhabilidade-o-que-e> ISSN 0719-8906. Acesso em: 5 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mobilidade Sustentável.** 2019b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/mobilidade-sustentavel>. Acesso em: 5 mai. 2023.

BRASIL. CNT - **Confederação do Transporte:** Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbanos. Pesquisa mobilidade da população urbana, Brasília/DF. 2017a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atividade Física.** 2017c. Disponível em <http://www.saude.gov.br/component/content/article/781-atividades-fisicas/40390-atividadefisica-Brasil>. Acesso em: 5 mai. 2023.

CAMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Minhocão, um quarentão de futuro incerto.** Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/especiaiscmstp/especial-minhocao/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CHRISTIANSEN, Lars B. *et al.* **International comparisons of the associations between objective measures of the built environment and transport-related walking and cycling: IPEN adult study.** Journal of transport &

health, v. 3, nº 4, 2016, pp. 467-478.

DIAS, Janaina Amorim. **Influência do ambiente urbano na escolha do transporte ativo e sua relação com o sedentarismo**. 2020. 183f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes). Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2014.

GESTÃO URBANA SP. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/projetos-urbanos/minhocao-espaco-de-lazer/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GILES-CORTI, Billie *et al.* **City planning and population health: a global challenge**. The lancet, v. 388, nº 10062, 2016, pp. 2912-2924.

GLOBAL ACTION PLAN ON PHYSICAL ACTIVITY 2018-2030: more active people for a healthier world. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

GOMES, E. *et al.* **Análise de espaço público visando mobilidade ativa usando ferramentas de Avaliação Pós Ocupacional -APO: Análise da mobilidade ativa em trecho da Avenida Colares Moreira**. 2018. Revista CEDS (ISSN 2447-0112), Nº 9.

GONZÁLEZ-GROSS, Marcela; MELÉNDEZ, Agustín. **Sedentarism, active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention**. Nutrición Hospitalaria, v. 28, nº 5, 2013. HENRIQUES, E.; SOARES, A.; AZAMBUJA, S. Os espaços abandonados na cidade: alternativas aos modelos convencionais de recuperação da paisagem urbana. Repositório da Universidade de Lisboa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/31655>. Acesso em: 10 jun. 2023.

JACOBS, J. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

KLEINERT, Sabine; HORTON, Richard. **Urban design: an important future force for health and wellbeing**. The lancet, v. 388, nº 10062, 2016, pp. 2848-2850.

LOPEZ R. **Urban sprawl and risk for being overweight or obese**. Am J Public Health. 2004 Sep;94(9):1574-9. doi: 10.2105/ajph.94.9.1574. PMID: 15333317; PMCID: PMC1448496.

SBCBM, Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica. **Obesidade atinge mais de 6.7 milhões de pessoas no Brasil em 2022**. SBCBM, 2023. Disponível em: <https://www.sbcm.org.br/obesidade-atinge-mais-de-67-milhoes-de-pessoas-no-brasil-em-2022/>. Acesso em: 1º jun. 2023.

OMS. ORGANIZACION MUDIAL DE LA SALUD. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. **La seguridad vial en la Región de las Américas**. Washington, DC: OPS, 2016.

PEREIRA, Beatriz Oliveira *et al.* **Transporte ativo nas rotinas de vida das crianças: estudo em escola urbana**, 2014, pp.193-204.

ROMÉRO, Marcelo. **Retrofit e APO - Conforto ambiental e conservação de energia**. UnB-Universidade de Brasília, 2023.

SALLIS, James F. *et al.* **Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study**. The Lancet, v. 387, nº 10034, 2016, pp. 2207-2217.

SCHILLER, M.; SANTORO, P. **Por que o Minhocão não deve ser o nosso Parque High Line**. labcidade, 17 set. 2017. Disponível em: <http://www.labcidade.fau.usp.br/por-que-o-minhocao-nao-deve-ser-o-nosso-parque-high-line/>. Acesso em: 07 jun. 2023.

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

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). **World Population Prospects 2022: Summary of Results**. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.

8

Planejamento do ecossistema urbano de Cavalcante/GO: estratégias e instrumentos para a revisão do Plano Diretor

DAMASCENO, Caio Monteiro¹; **ANDRADE**, Liza Maria de Souza²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | caiomdamasceno@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | lizamsa@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Enquanto disciplina, o urbanismo no âmbito do planejamento urbano e regional desempenha papel crucial como ferramenta, área de produção e de estudo constante para o desenvolvimento das ocupações humanas – urbanas e rurais. Uma ferramenta usada com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da sociedade e reduzir as desigualdades sociais advindas das ocupações urbanas, porém, essa vocação política foi desaparecendo com o tempo, dando espaço ao capitalismo especulativo dominante, como o que ocorre hoje, com projetos de intervenções em grande escala, a fim de alcançar mudanças qualitativas num contexto urbano restrito, excluindo grande parte da população. Nesse contexto, acredita-se que a arquitetura da cidade, o urbanismo do cotidiano, tem uma estreita relação com o modo de vida das pessoas, que está relacionado com o poder político e econômico, com a vontade do coletivo, do social e do comum, com o público e a permanência no futuro. Na atualidade, a disciplina é de suma importância para mitigar os problemas gerados com a urbanização ancorada nos combustíveis fósseis advinda da Revolução Industrial, visando proporcionar melhor qualidade de vida e desenvolvimento social, em todas as escalas da

vida humana. A função do arquiteto urbanista hoje, no contexto do monopólio do poder econômico e condicionada a servir aos interesses do poder privado e do poder público, por muitas vezes desconsidera uma grande parcela da população que poderia usufruir de uma assistência técnica para melhoria da qualidade do espaço das edificações e dos espaços públicos. Embora tenha sido sancionada em 2008, a Lei de Assistência Técnica (11.888/2008) ainda não é realidade prática em boa parte do Brasil.

No âmbito do planejamento urbano no Brasil a participação das comunidades ainda é muito incipiente, apesar de a gestão democrática também ser um dos requisitos básicos do Estatuto da Cidade (Lei nº. 10.257/2001) para alcançar o direito à cidade por meio da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.

As teorias e práticas urbanísticas e do território precisam passar por uma profunda reflexão que resulte em mudanças práticas. O processo participativo no planejamento urbano e regional permite reforçar que os cidadãos se reconheçam em seu bairro e em sua cidade. A realidade da localidade, conforme entendida pelos membros da própria comunidade, pode ser bastante distinta daquela idealizada nos ambientes acadêmico e profissional da Arquitetura e Urbanismo e mais intimamente conhecida por todos os processos culturais da coletividade. O presente estudo se aproxima dos processos de adaptação da prática profissional, onde a produção arquitetônica e urbanística se dá de forma sistêmica, pública, diversa e multidisciplinar, colocando os principais interessados no centro das demandas e abordando as condicionantes presentes na realidade deles.

Diversas experiências de Urbanismo Participativo e Urbanismo Tático buscam transformações no cotidiano da vida urbana a partir do envolvimento dos usuários, propondo mudanças mais palpáveis e realistas em uma escala local, para gradativamente mobilizar mais pessoas e assim alcançar mudanças maiores. Este tipo de urbanismo adota a participação da população como ponto importante na construção da cidade, cidadãos

como produtores de uma cidade, uma lógica de baixo para cima, *bottom-up*. São modos de intervenções acupunturais em relação a questões locais vistas como extremamente urgentes com limite bem determinado e podem evoluir de forma fluida em relação a mudanças mais amplas nas condições político-econômicas, arranjos institucionais ou dinâmicas de coalizão. Tem base participativa, prática e de “faça você mesmo” de reestruturação urbana, mobilização contínua, reapropriação do espaço urbano por seus usuários. Fundamenta-se na democracia participativa; porque visam a promoção da coesão social; porque não são formalmente pré-programados ou impostos “de cima para baixo” (Brenner, 2016).

Utilizando-se de ferramentas de tecnologia social, a proposta atual consiste em fazer uma análise de referências e proposições, alinhadas aos conceitos de “ecossistema urbano” e “sustentabilidade urbana” para a realidade local estudada a partir de vários trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa e Extensão “Periférico” da FAU/UNB na região, cujo cerne está no entendimento global de todas as condicionantes do ambiente habitado, bem como suas interrelações que conduzem ao próprio objeto de estudo e produção. Ao seguir por essa linha metodológica, entender o processo enquanto principal produto do trabalho se torna essencial, visto que essa atuação proporciona resultados mais fidedignos às questões emergentes, além de fortalecer a aplicação do direito constitucional da democracia na produção do espaço. Delimitando o recorte no processo participativo do Plano Diretor, a pesquisa tem por objetivo desenvolver um esquema de planejamento sistêmico da revisão do plano, indicando as estratégias, ferramentas e instrumentos cabíveis para a realidade do município estudado. A perspectiva é atingir proposições práticas e diretas para as demandas locais mais urgentes, ampliando o acesso ao conhecimento técnico no desenvolvimento urbano sustentável.

Dialogando com as metodologias e a linha de raciocínio criada até então, o processo do desenvolvimento da revisão do Plano Diretor Municipal de Cavalcante/GO, desenvolvido em 2012, foco do presente estudo, também deve ser estruturado de forma

sistêmica. O planejamento deste processo deve ser integrado tanto aos diversos grupos da sociedade quanto às variadas temáticas que abordam a realidade social, cultural e histórica do município. Desde as etapas de identificação (diagnóstico das demandas, questões emergentes e leituras técnicas) às etapas de realização e avaliação (atividades práticas, encontros comunitários e aplicação de intervenções de pesquisa), a perspectiva do processo deve ser global e estar a todo tempo considerando os diversos elementos do ecossistema urbano em questão, visto que todos são importantes para seu funcionamento.

Em um desenvolvimento paralelo entre o conhecimento técnico e o empírico, o planejamento sistêmico deve atender às necessidades reais de toda uma comunidade e se colocar como um espelho para que ela se perceba de forma integrada e possa, assim, tomar medidas para um desenvolvimento social comprometido com a real busca por melhoria da qualidade de vida.

Apesar das particularidades do objeto de estudo, o planejamento sistêmico do processo de revisão do Plano Diretor pode servir de base e referência para outras realidades similares presentes nas demais cidades interioranas do território nacional. A atenção direcionada ao processo visa enriquecer as estratégias da pesquisa para que ela culmine em um produto representativo da realidade social, o que não aconteceu na elaboração do Plano Diretor vigente, produzido em 2011, conforme reforça uma crítica comum e bastante difundida entre os moradores da cidade (dado avaliado em estudos anteriores sobre o tema).

Mais do que isso, o processo de revisão do Plano Diretor se faz extremamente importante no município de Cavalcante-/- do ponto de vista da preservação e proteção de seu patrimônio cultural material e imaterial, que está em risco pela falta de tombamento de edificações, bens e outros elementos construtivos das áreas urbana e rural. Associado a isso, têm-se o crescimento da ocupação territorial do município ligada ao processo de gentrificação que se desdobrou como consequência do aumento do interesse no ecoturismo local dos últimos 10 anos.

Esta pesquisa está inserida no projeto de extensão Gestão Ambiental Urbana Participativa e Turística do Polo de Extensão Chapada dos Veadeiros da Universidade de Brasília do Grupo de Pesquisa e Extensão “Periférico, trabalhos emergentes” - o grupo tem se destacado no desenvolvimento de metodologias para promover o urbanismo participativo nas comunidades, sendo certificado como Tecnologia Social pela Fundação Banco do Brasil. Ela está estruturada da seguinte forma: introdução seguida de levantamento dos aspectos teóricos e metodológicos que embasam a análise, realizada a partir dos antecedentes da pesquisa em Cavalcante (com os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo Periférico), tendo como ponto de partida o projeto de Urbanismo Tático do Corredor Cultural do Cerrado em 2016, e do objetivo geral do planejamento sistêmico. Por fim, avaliam-se os resultados da análise e propõe-se os encaminhamentos indicados nas considerações finais.

Enquanto prática, a participação comunitária se coloca como um processo de resultados a longo prazo (desde a inserção na comunidade, passando pela aproximação através de encontro de diálogo e enfim alcançando ações práticas efetivas), onde o ritmo será condicionado pela efetividade ou não do vínculo coletivo. Através de experiências diversas nesse âmbito, é possível entender a aplicação de processos participativos por duas vias: a transformação material do espaço (prática) e o desenvolvimento metodológico da produção do urbanismo na sociedade civil (teórica).

No viés teórico, o espaço de escuta se faz essencial para o entendimento das demandas de uma comunidade, criando situações confortáveis e seguras para o compartilhamento de informações íntimas da vivência local. No contexto interiorano, por exemplo - recorte deste artigo - espaços aconchegantes, familiares, com referências culturais, são muito importantes - geralmente o diálogo acontece entre visitas, encontros, durante atividades familiares que permitem a conversa (ex.: espaços públicos ou de lideranças comunitárias, compartilhamento de algum tipo de alimento, alinhamento dos temas discutidos com as demandas emergentes etc.). Tais condições deverão ser sempre levadas em conta, visando

a efetividade da participação comunitária.

Atividades com base no Urbanismo Tático ou na Acupuntura Urbana também tem se mostrado extremamente eficientes do ponto de vista da participação. Do ponto de vista prático, conseguem vincular a colaboração ativa da comunidade em ocasiões de mutirão ou mobilização coletiva, quando associadas a um objetivo comum. Entre elas, atividades de reabilitação do espaço público e arte urbana, se sobressaem como as que produzem melhores resultado, conforme pode ser evidenciado nos projetos Corredor Cultural do Cerrado -GO (2016), Da Cei Eu Sei - DF (2017), Coletivo Persistência - DF (2017 a 2019) e Ações Comunitárias da CODHAB - DF (2018).

Entender as demandas locais se faz tão importante quanto proporcionar a possibilidade da transformação real no espaço público e na vivência comunitária, trazendo autonomia e valorização afetiva no contexto da urbanidade.

2. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

A pesquisa tem por objetivo desenvolver um esquema de planejamento sistêmico da revisão do plano diretor, indicando as estratégias, ferramentas e instrumentos cabíveis para a realidade do município de Cavalcante. O cerne da pesquisa se situa na construção de um modelo de execução do Plano Diretor Municipal de Cavalcante/GO, compreendendo a interação dos atores do planejamento urbano, bem como as ferramentas e instrumentos disponíveis para aplicação. Para tal, se faz imprescindível o diagnóstico da realidade do objeto de estudo e a análise das potências locais, com direcionamentos eficazes.

Tem como objetivos específicos: apresentar os trabalhos de extensão que foram desenvolvidos no âmbito da pesquisa-ação do grupo Periférico a partir do projeto Corredor Cultural do Cerrado que permitiram a construção do planejamento sistêmico, analisar os problemas e diretrizes com foco nos ecossistemas urbanos e nas dimensões da sustentabilidade urbana, e por fim, apresentar as Ferramentas e Instrumentos urbanísticos

direcionados para a realidade local de Cavalcante.

Após sistematização do material, através da perspectiva global de entendimento do processo de elaboração e revisão de Planos Diretores, busca-se estabelecer um planejamento sistêmico inicial com articulação entre a organização do trabalho e os meios de ação no contexto comunitário.

3. METODOLOGIA E ASPECTOS TEÓRICOS

Em termos metodológicos, optou-se por aplicar a Pesquisa-Ação como estruturante para a análise em questão, tanto por sua potência no vínculo com a comunidade como por estar alinhada a demais estudos desenvolvidos no local – experiências básicas para o processo analítico desta realidade, em paralelo a direcionamentos práticos da pedagogia urbana, bem como os fundamentos da gestão democrática e do direito às cidades sustentáveis do Estatuto da Cidade. Associada à metodologia, a aplicação do modelo dos padrões de acontecimentos desenvolvidos por Alexander *et al.* (1977) e dos ecossistemas urbanos, desenvolvido por Andrade (2014), que embasaram o projeto do Corredor Cultural do Cerrado, permitiu filtrar as problemáticas existentes e direcionar as soluções mais adequadas.

A partir de encontros, oficinas participativas, rodas de conversa e similares, se fez possível estabelecer um diagnóstico das demandas emergentes inserido nas escalas da sustentabilidade urbana. Aliado ao mesmo, o percurso metodológico perpassa as produções teóricas antecedentes correlatas na fase de avaliação dos resultados da Pesquisa-Ação, permitindo um melhor direcionamento de possíveis resultados.

De acordo com as análises realizadas em Cavalcante e as informações colocadas pela comunidade, evidenciou-se problemáticas mais definidas a serem supridas em todas as esferas estudadas. Com esse material foi possível estabelecer relações diretas entre os pontos críticos levantados e as soluções práticas para melhor resolvê-los. É interessante

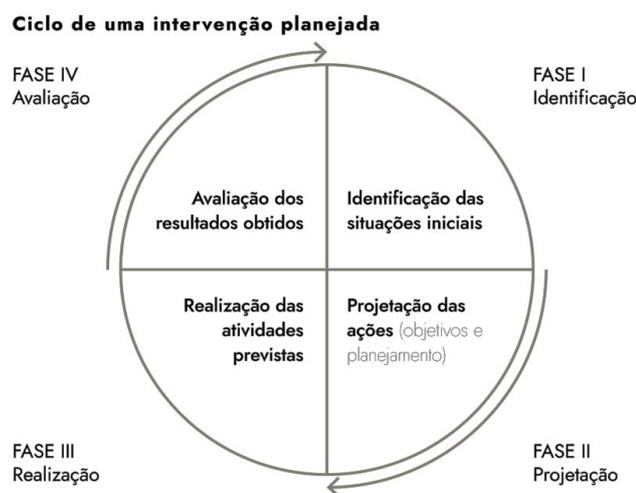
perceber ainda que a metodologia escolhida define uma linha geral para a solução das problemáticas e que, ao ser aplicada na prática, varia de acordo com a realidade do local e potencialidades do meio.

3.1. A PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação, assim como demais metodologias participativas, contesta a linearidade de instrumentos de gestão de processos, acolhendo a aleatoriedade da interação dos atores, idas e voltas necessárias ao processo e a perspectiva circular do planejamento. A metodologia se insere em um processo de mudança social, em colaboração com grupos reais, multidisciplinares e que demandam um extremo vínculo entre pesquisadores e atores. Apesar de exigir uma grande capacidade de adaptação às relações interpessoais, facilita a dinâmica entre o saber teórico e o empírico em um contexto de grande alcance sociopolítico.

Da perspectiva cíclica para o planejamento urbano, o processo se repete cada vez que o ciclo se fecha, em um desenvolvimento mais comparável a uma espiral ascendente do que a um círculo propriamente dito. Ela permite, assim, a geração de conhecimentos novos e originais dentro do seu processo de 4 fases principais apresentadas acima: Identificação das Situações iniciais - Projetação das Ações - Realização das Atividades Previstas - Avaliação dos Resultados Obtidos (Figura 1).

Figura 1. Diagrama da metodologia de Pesquisa-Ação



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2023), a partir do livro “A Pesquisa-Ação para o Desenvolvimento Local” de 2007.

A participação é um instrumento necessário para promover a igualdade, a diversidade e a sustentabilidade nos ambientes urbanos, porém nem sempre é uma situação confortável para os projetistas, requer mais dedicação, tempo e mais recursos para promover eventos ou encontros da comunidade. É importante destacar que as técnicas ou métodos participativos variam de acordo com o perfil da comunidade e envolvimento do pesquisador. O presente estudo se integra fortemente com os objetivos da extensão universitária, tendo em vista que ela foca sua atuação em questões reais e latentes da sociedade, focada no acesso público ao conhecimento técnico da academia, no viés da assistência técnica.

3.1.1. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA-AÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE PEDAGOGIA URBANA NA ESCALA LOCAL

Tendo utilidade como base de experiências e referencial para o presente estudo, a prática da Pesquisa-Ação em Cavalcante/GO ao longo dos anos é de extrema importância para avaliar o papel duplo da metodologia: por um lado, pode-se levantar uma base teórica/acadêmica para o entendimento prático da aplicação metodológica e quais adaptações precisam ser realizadas para gerar maior integração e resultados; por outro, as ações

programadas na fase III, da realização (*vide* Figura 2), tem impacto material efetivo na transformação de uma realidade, espacial e relacional, dentro da comunidade em questão.

Entre as diversas oportunidades de aplicação da metodologia pelo grupo Periférico e parceiros com o mesmo propósito comunitário, podem ser elencadas como referência aquelas que datam desde 2016, com o projeto Corredor Cultural do Cerrado. Após esse primeiro contato, projetos como Sentido Kalunga (2017), Semana da Cooperação - Jogo Oásis (2018), Grupo de Revisão do Plano Diretor de Cavalcante (2020), Arquitetura Vernacular Kalunga (2021), Parque Urbano Ecológico de Cavalcante (2022) e Urbanismo Kalunga (2023) puderam desenvolver uma base de atuação metodológica no âmbito de pesquisa e estudo dentro do território, tanto no contexto individual de prática profissional, quanto no contexto de aplicação coletiva.

Tais experiências são responsáveis por estabelecer um eixo base para direcionar investigações e proposições seguintes para o espaço urbano de Cavalcante/GO, como o presente estudo. Entender a forma mais saudável e efetiva para o vínculo comunitário se faz imprescindível para obter bons resultados no processo de pesquisa do desenvolvimento da Pesquisa-Ação, visto que estes dependerão inevitavelmente da profundidade da aproximação com a comunidade.

Na Pesquisa-Ação o envolvimento com a comunidade no planejamento urbano tem um viés pedagógico que propõe outro olhar, uma pedagogia urbana, interpretando a cidade enquanto um processo de educação para a vida em sociedade, para a participação política, crítica e ativa no pensar, planejar e experienciar a vida no ambiente urbano. É educativa e perpassa pelos variados espaços de vivência, tentando promover uma emancipação política e a ruptura com a alienação existente entre a sociedade e a cidade. Com referências também do trabalho de Paulo Freire, é uma disciplina insurgente que busca problematizar o espaço urbano, considerando o processo de urbanização-industrialização capitalista, que utiliza o espaço para o desenvolvimento da lógica do capital.

Na visão de Paulo Freire, as cidades ensinam as gerações mais novas, é necessário restaurar e inventar de novo o poder local, criar possibilidades diferentes que tornem possível a experiência da solidariedade para criar cidades educadoras, bairros educadores. Através da metodologia da pedagogia urbana, se faz possível afinar o olhar da sociedade civil para a curiosidade e reconhecimento dos elementos de sua paisagem, gerando uma identificação com o local e, posteriormente, acabar gerando interesse pelos aspectos técnicos, conhecimento de seu patrimônio e conservação dele.

Entende-se que a mesma deve centrar suas análises nas interações existentes entre os grupos sociais e o ambiente construído e defender a participação democrática, além de ser orientado a problematizar temáticas de relevância social e que sejam abordados de forma participativa e educativa, visando, com isso, melhorar a qualidade de vida da cidade e formar uma vivência cotidiana mais saudável neste espaço. É também uma possibilidade de reforçar o direito à cidade, à cidadania e a uma possibilidade de ruptura com o *status quo* que aliena os trabalhadores do fruto de seu trabalho e de si próprios (Souza, 2022).

Utiliza-se um referencial de experiências anteriores que dialogam com o tema trabalhado. São materiais de origem pública que visam, com linguagem direta e de fácil entendimento, orientar a comunidade civil como um todo sobre os processos que envolvem decisões e alterações no já mencionado ecossistema urbano: Manual do Morador de Olinda/PE (1992) e Cartilha de Plano Diretor orientado ao Turismo (2022). Apesar dos 30 anos de diferença entre as publicações, ambas se relacionam a pontos particulares do município de Cavalcante/GO, e podem ser também referência de material didático para difusão do conteúdo e engajamento social nas tomadas de decisão.

3.2. DA PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA AO DIREITO ÀS CIDADES SUSTENTÁVEIS NO PLANO DIRETOR

Com base na produção teórica de Lefebvre em “O Direito à Cidade” e o

desenvolvimento da área de pesquisa, pode-se inferir atualmente a importância da garantia do “direito à vida urbana, transformada, renovada”, de acordo com o desenvolvimento do estudo sobre o assunto. O autor trata sobre as necessidades sociais da vida em comunidade, associando-as a fundamentos filosóficos e antropológicos, por uma visão que se distancia dos aspectos materiais de constituição do espaço urbano ao focar em questões políticas, econômicas e relacionais de todo indivíduo – que se relacionam fortemente com o simbolismo na ideia de criação de uma nova práxis da sociedade urbana.

Lefebvre também aborda a importância dos direitos à moradia e ao habitat, no espaço urbano, como objeto de análise para teorizar a importância de uma nova mentalidade e aplicação da disciplina do urbanismo. Para ele, a responsabilidade de transformação social e urbana recai sobre a classe operária/trabalhadora, visto que ela ocupa mais a cidade que as classes econômicas dominantes, tendo assim preferência no direito sobre ela. Essa visão se relaciona fortemente com o cerne do presente estudo, que trata sobre a participação comunitária nos processos de mudança social, construindo-a a partir do entendimento das diversidades e hierarquização das prioridades de acordo com o resultado da pesquisa.

No Brasil, a temática desenvolveu-se ao ponto de culminar na criação do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001), que trata sobre dispositivos constitucionais, legislação e ferramentas legais para a preservação das cidades brasileiras, bem como o planejamento de seu desenvolvimento. O instrumento traz diretrizes para o contexto urbano, dentre as quais podem ser salientadas como principais algumas diretrizes do mesmo (Tabela 1).

Tabela 1. Diretrizes do Estatuto da Cidade.

Diretrizes principais	Sobre
Direito à Cidades Sustentáveis	Direito à terra, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.
Gestão Democrática da Cidade	Participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
Planejamento e Desenvolvimento das Cidades	Distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência - evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.
Ordenação e Controle do Uso do Solo	Evitar a retenção especulativa do imóvel urbano (subutilização ou não utilização).
Integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais	Desenvolvimento socioeconômico do município e do território sob sua área de influência.
Proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído	Patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.

Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2023).

Deve-se atentar às disposições da gestão democrática da cidade, que aborda a necessidade da participação popular na elaboração, implementação e acompanhamento dos projetos/processos do desenvolvimento urbano. É importante observar que deve ser garantida a possibilidade real de participação de grupos sociais historicamente excluídos, através de ferramentas de diálogo e interação, de forma a dar voz à diversidade de agentes sociais no processo de tomada de decisão sobre políticas públicas.

Aproximadamente 20 anos após a publicação do Estatuto da Cidade, pode-se perceber o desenvolvimento dos temas que aborda com a constituição da “Agenda Nacional”, produzida pelo Projeto Brasil Cidades, a respeito da realidade da pandemia de covid-19 e atendida com as temáticas abordadas na presente pesquisa. É possível salientar, entre os pontos principais desta agenda nacional, aqueles que mais se aproximam aos temas aqui referenciados (Tabela 2).

Tabela 2. Propostas Agenda Nacional.

Propostas	Sobre
Agenda Nacional Br Cidades	<p>A função social da terra como bem comum: a cidade não é um negócio.</p> <p>Investimentos públicos nas periferias e favelas: contra o abandono e a invisibilidade.</p> <p>Controle sobre o orçamento: democratizar informações sobre a cidade e a gestão pública.</p> <p>Cidade antirracista.</p> <p>Mobilidade urbana: por uma vida sem catracas.</p> <p>Moradia digna e direito à cidade.</p> <p>Meio ambiente como bem comum.</p> <p>Saneamento como direito humano.</p> <p>Pela vida e direito das mulheres na cidade.</p> <p>Pelo acesso à cultura urbana.</p> <p>Segurança cidadã.</p> <p>Saúde pública e universal.</p>

Fonte: Agenda Nacional Br Cidades - um projeto para as cidades do Brasil (2020).

Um instrumento que atende a esse propósito de desenvolvimento sustentável é o Plano Diretor Municipal, que dispõe sobre normativas e instrumentos para criação e aplicação de leis que atuam sobre o zoneamento territorial, ocupação, crescimento e desenvolvimento das áreas ocupadas – sejam elas urbanas ou rurais. Além disso, decisões sobre o uso do solo, crescimento da área urbana e a produção da construção civil, como o código de edificações, também são abarcadas pelo Plano Diretor.

Tendo em vista que a elaboração da ferramenta deve atender à previsão de Planejamento Participativo na tomada de decisões, foca-se a atenção para essa parte do processo e para quais metodologias colaborativas podem atender a essa previsão de forma prática. Em suma, a elaboração ou revisão de planos diretores ou planos de ordenamento territorial já se utiliza da metodologia de planejamento estratégico, que prevê a participação da equipe técnica multidisciplinar necessária, bem como a participação efetiva da sociedade civil, através de lideranças, associações, audiências públicas e demais formas de organização da comunidade local.

3.3. A VISÃO DO ECOSISTEMA URBANO E AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE URBANA.

O entendimento do termo acima pressupõe a noção que o ambiente urbano também se rege de forma sistêmica, tal qual o ambiente natural. Trata-se de uma cosmovisão que amplia os horizontes da análise urbana para uma leitura mais integrada das diversas partes que constituem a ocupação humana em determinado espaço. Aspectos como a infraestrutura e elementos construtivos tem tanto peso quanto os aspectos relacionais e sociais na análise em questão, pois todos são importantes para a compreensão do que tem influência real nas nossas cidades.

No grupo Periférico, trabalha-se o conceito de ecossistemas urbanos em duas vertentes: uma que é adotada por pesquisadores do “Cary Institute of Ecosystems Study” dos EUA que abrange os componentes biológicos, físicos, sociais e do ambiente construído (Andrade, 2014); a outra, utilizada por pesquisadores da Espanha como “desenho social urbano” como o desenho de espaços ambientais e dinâmicas para melhorar a auto-organização dos cidadãos, interação social dentro de comunidades e seus relacionamentos com o meio ambiente (*Ecosistema Urbano* - ES, 2023).

Em termos de soluções, a perspectiva do ecossistema urbano se associa às soluções baseadas na natureza, desenvolvendo o campo da biomimética e o entendimento dos elementos do espaço de forma global, integrada. A União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), entre os princípios básicos que estabeleceu para uma Solução Baseada na Natureza (SbN), dispõe sobre a importância de se entregar uma solução efetiva para um desafio global, além de respeitar e reforçar os direitos das comunidades sobre os recursos naturais.

A linha de trabalho do escritório *Ecosistema Urbano* da Espanha interrelaciona sociedade, tecnologia e ambiente como bases de entendimento do contexto urbano. A partir da visão sistêmica, atuam de forma multidisciplinar no desenvolvimento de soluções

sustentáveis para as áreas ocupadas, através da aplicação de: ativação urbana; engajamento civil; espaços interativos; desenho bioclimático; espaços resilientes; arquitetura híbrida. Os projetos geralmente são realizados em áreas de sensibilidade e acompanham a área do urbanismo tático na aplicação prática profissional (*Ecosistema Urbano* - ES, 2023).

Pensar o desenvolvimento sustentável das cidades perpassa, além das dimensões de sustentabilidade urbana, a colaboração dos diversos atores e produtores do espaço. Além da participação social e da gestão pública, é de extrema importância pensar políticas públicas que estejam em consonância com as demandas locais e emergentes.

Holanda e Kohlsdorf (1996) propõem entender arquitetura como qualquer espaço socialmente utilizado e, portanto, situação relacional e dimensional. A classificação de expectativas sociais gera taxonomia dos lugares que são dimensões com várias descrições de um mesmo lugar, segundo diferentes atributos (categorias e elementos analíticos), para um bom desempenho quanto aos aspectos funcionais, bioclimáticos, econômicos, sociológicos, de identidade e orientabilidade, afetivos, simbólicos e estéticos bem como éticos e ecológicos.

A partir do entendimento das dimensões morfológicas e das dimensões da sustentabilidade como a capacidade de produzir todos os insumos consumidos na vivência urbana, utiliza-se a metodologia desenvolvida por Andrade e Lemos (2015), “Qualidade de projeto urbanístico: sustentabilidade e qualidade da forma urbana” que é pertinente à realidade estudada. O método aborda uma série de análises que seguem os princípios norteadores inerentes a cada uma das 4 classes do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, cultural e econômica). Ele trata da sustentabilidade urbana de uma maneira mais inclusiva e mostra como o conceito pode ser abordado em cada esfera urbana (Figura 2).

Figura 2. Diagrama de Dimensões de Sustentabilidade Urbana.



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2016) com base em Andrade e Lemos (2015).

Ampliando a perspectiva da sustentabilidade no contexto de Cavalcante/GO, vincula-se o Pacto Social, Ecológico, Econômico e Intercultural para a América Latina, desenvolvido após o surgimento da pandemia da covid-19, com foco em uma direção compartilhada de transformação social e urbana para os países que fazem parte da América Latina. O foco deste Pacto Ecosocial do Sul é criar uma base teórica para constituição de cidades mais democráticas, inclusivas e condizentes com a realidade, fortalecendo a justiça social e o direito à cidade por todos. É uma oportunidade para o compartilhamento de metodologias, propostas e direcionamentos de vivências comuns, rebatendo a exploração colonial dos países que fazem parte do grupo, geradora de realidades urbanas precárias e subdesenvolvidas.

4. ANÁLISE: A PESQUISA-AÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAVALCANTE/GO

Cavalcante é um município localizado no nordeste do estado de Goiás, na porção norte da microrregião da Chapada dos Veadeiros. Conta com uma população de

aproximadamente 11 mil habitantes registrados (Censo Demográfico – IBGE, 2022), que se divide em áreas urbana e rural ao longo do território.

A cidade possui uma rica história que remonta ao Ciclo do Ouro do século XVI no Brasil. Tendo surgido nesse período, a cidade carrega um legado histórico do coronelismo, presente em sua cultura, costumes e arquitetura. Como é bem conhecido por registros históricos, as atividades da mineração envolviam o trabalho escravo e, eventualmente, parte dos escravos da região lutaram por sua liberdade, dando início ao surgimento de um quilombo. Criou-se no processo o Quilombo Kalunga, atualmente o maior do território nacional, distribuído em diversas comunidades no interior rural do município, alguns quilômetros ao norte da sede Cavalcante.

A cultura Kalunga é muito rica no que toca ao conhecimento de elementos naturais do Cerrado, utilizados para a produção de objetos, construção de edificações e alimentação. Descendentes dos processos de ocupação do território desde a época da mineração, configuram o estilo de vida simples na relação com o plantio e extração de alimentos, produção de utensílios e a construção de moradias. Também é interessante a relação com a espiritualidade, religiosidade e os festejos tradicionais que têm expressão máxima de sua cultura e história de sobrevivência.

A ideia de desenvolver projetos no município surge como estímulo para o reconhecimento das potencialidades significativas que detém. Pretende-se contribuir com bases teóricas para que se estruture um plano de desenvolvimento urbano e rural sustentável, trazendo mais dignidade social e qualidade de vida para a região, bem como um referencial consistente para uso da comunidade local, acompanhando o processo vigente de revisão do Plano Diretor de Cavalcante/GO. Ao abordar a realidade de um município interiorano e pouco adensado, o resultado da pesquisa também pode auxiliar estudos em diversos outros municípios brasileiros, que carecem de infraestrutura urbana e um planejamento com bases sólidas, apesar da baixa escala, para trazer mais infraestrutura e

interesse na qualidade de vida das comunidades.

Estimular a sustentabilidade urbana, a partir de cidades com escala pequena como essa, é o primeiro passo para a transformação da forma como concebemos e vivenciamos o “comum”. Além disso, analisar e compreender suas necessidades e peculiaridades na concepção de um projeto urbano tem o potencial de fornecer subsídios para o desenvolvimento de outros centros urbanos similares, presentes na região – de pequena escala e com riquezas culturais e ambientais a serem preservadas.

Outra questão emergente evidenciada é a demanda por espaços urbanos mais adaptados às mudanças climáticas globais, em sua grande maioria, decorrentes do impacto humano na ocupação do meio ambiente, perceptível ao identificar os impactos da falta de drenagem urbana efetiva como um dos maiores problemas da sede de Cavalcante (Figura 3), das comunidades Kalunga e de diversas outras cidades brasileiras com porte similar – abaixo de 20 mil habitantes.

Figura 3. Vista aérea da cidade de Cavalcante/GO.



Fonte: Valmor Pazos Filho (2022)

O município é um destino do ecoturismo no que diz respeito ao bioma do Cerrado e conta com diversos pontos turísticos, sendo eles principalmente cachoeiras, fauna e flora preservadas e a comunidade Quilombo Kalunga. Apesar de não possuir acesso direto à cidade, abriga cerca de 60% da área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, uma

área de preservação do Cerrado, bioma elencado pelo IBAMA como “a savana com maior biodiversidade do mundo”. Com o projeto de ampliação dos limites do Parque Nacional, será criado um acesso pela sede e conseqüentemente, os moradores deverão lidar com um provável processo de expulsão e gentrificação por meio do ecoturismo e turismo de consumo. Tem-se aí, a importância de envolver a comunidade local no processo de planejamento, garantindo que suas demandas sejam atendidas.

Referências de planos de desenvolvimento urbano com foco no turismo, na preservação ambiental e em políticas afirmativas se fazem necessárias para abordar a realidade do município de Cavalcante/GO, visto que as esferas socioambientais estão em convívio constante com o crescimento pungente do ecoturismo no local. É essencial se atentar às normas técnicas, ambientais e políticas públicas existentes, visto que fazem parte do escopo de construção do Plano Diretor enquanto referências legais que permitem a aplicação prática do instrumento.

4.1. O PROJETO CORREDOR CULTURAL DO CERRADO

A produção acadêmica direcionada ao tema no município teve estímulo a partir do projeto final de graduação em Arquitetura e Urbanismo, “Corredor Cultural do Cerrado”, realizado de forma participativa dentro da metodologia do Grupo de Pesquisa e Extensão Periférico UnB. Trata-se de um projeto de reabilitação urbana que teve como objetivo resgatar a história e a cultura da cidade por meio da participação dos moradores para se ter um entendimento mais apurado sobre a escala local e seus reflexos no projeto de melhoria da infraestrutura e integração urbana (Figura 4). Utilizando-se da arte urbana como linguagem, o Corredor Cultural do Cerrado visou incluir a comunidade em um processo prático de valorização do espaço urbano, trabalhando as áreas públicas e a vivência coletiva como forma de estabelecer um desenvolvimento voltado para a sustentabilidade urbana nas dimensões ambiental, social, cultural e econômica.

O projeto foi construído partindo-se das demandas e vocações levantadas e análise do problema (identidade local, saberes existentes, padrões espaciais e de acontecimentos), de acordo com as dimensões da sustentabilidade social, cultural e emocional, econômica e ambiental, sistematiza-se tais padrões para estabelecer uma linguagem com a comunidade, aumentando a sua participação no processo, na forma de “códigos geradores” de soluções para o processo de desenvolvimento dos projetos aos padrões desenvolvidos por Alexander *et al.* (1977) e padrões dos ecossistemas urbanos desenvolvidos por Andrade (2014).

Ambientalmente, o projeto buscou abrir a visão comum do valor que tem a região do interior de Goiás. Em um cenário nacional onde o uso inconsciente de terras ocupa gradativamente a área do cerrado brasileiro, um bioma com riquezas naturais de fauna e flora a perder de vista, é imprescindível o esforço para a preservação ambiental. Latifúndios com base na atividade agropecuária são um perigo eminente no que diz respeito a esse esforço, assim como o crescimento exacerbado de áreas urbanas em direção às áreas de preservação e uso inapropriado das riquezas naturais presentes.

Figura 4. Percurso do “Corredor Cultural do Cerrado” com aplicação de padrões de acontecimentos.



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2016)

A nível social, o contexto em que as questões de educação revelam índices muito preocupantes, o projeto buscou possibilidades de conhecimento além da educação básica, tratando de questões de cultura e história próprias da comunidade. Influir sobre tal temática é importantíssimo no processo de difusão cultural para o resto do país, como exemplo vivo do nosso processo de consolidação enquanto nação. Considera-se também a transformação urbana como incentivo para o desenvolvimento de uma economia local de subsistência, que entre em acordo com as demais premissas estabelecidas. A intenção foi criar padrões de acontecimento mais simplificados e diretrizes gerais, cuja execução possa variar a forma, mas que ainda seja de fácil entendimento e reprodução pela comunidade.

Os insumos de diretrizes de macroplanejamento foram pensados de acordo com 3 grupos: intervenções a nível do pedestre que constituem a aplicação de tratamento de piso, criação de passeio e ciclovia e ajuste de acessibilidade, universalizando o uso do espaço (Figura 5), mobiliário urbano na forma de intervenções de conforto no uso prático da cidade e aplicação de itens de orientabilidade e sustentabilidade ambiental determinando as zonas onde se faz mais propícia a implantação de vegetação nativa e proposição de biovaletas/jardins de chuva para auxiliar a drenagem pluvial. No nível de microplanejamento, as intervenções variam de acordo com as necessidades pontuais de cada espaço público analisado. São transformações na infraestrutura que melhorem o uso e a vivência do usuário, geralmente realizadas na melhoria de equipamentos públicos, na aplicação de marcos visuais com valor afetivo-simbólico e no desenvolvimento do conforto ambiental.

Figura 5. Fotomontagem do projeto “Corredor Cultural do Cerrado”.



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2016)

A forma como ocorre a participação depende, e muito, tanto das metodologias de trabalho aplicadas, como também do envolvimento do técnico e da forma como são conduzidas. O grupo Periférico utiliza de algumas técnicas do “Manual de Participação da comunidade em processos de desenho urbano e de urbanismo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal” que enumera métodos e técnicas que compreendem: planejamento estratégico, visão, processo charrete, planejamento comunitário de ações, pesquisa-ação participativa, jogo participativo, sessões de trabalho, avaliação e preferência visual, júri ou conferência de cidadãos, painel de peritos, células de planejamento, tertúlia e avaliação de pós-ocupação (Figura 6).

Figura 6. Oficinas participativas em Cavalcante/GO.



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2016)

No caso do município de Cavalcante/GO e sua demanda atual de revisão do Plano Diretor, se faz crucial entender o que compõe o seu ecossistema urbano para melhor leitura, diagnóstico e projeção de ações que visem melhorar a qualidade de vida comunitária. É possível perceber os elementos chave da realidade local nas adições solicitadas à proposta de revisão do Plano Diretor apresentada à Prefeitura Municipal no primeiro semestre de 2023. Além das áreas técnicas que constituem qualquer projeto de Plano Diretor, representadas por profissionais graduados em áreas de conhecimento específicas, foram adicionados dois Eixos Temáticos para atender às demandas reais: Eixo Patrimônio Cultural Material, Imaterial e Turismo; Eixo Direitos Humanos, Políticas Afirmativas e Cidadania. Ambos representam aspectos da história e cultura do local, adicionando tais tópicos ao entendimento sistêmico do objeto de estudo.

4.2. IMPACTOS DO PROJETO CORREDOR CULTURAL DO CERRADO

Entre os impactos do projeto Corredor Cultural do Cerrado, pode ser percebido o crescimento de projetos com metodologias participativas e enfoque nas demandas comunitárias com propostas para o local se ramificando para reforçar o pensamento que visa a coletividade, conforme apresentado (Tabela 3).

É importante salientar que, além da boa aceitação da sociedade civil e dos projetos de extensão universitária e/ou técnica, houve bastante abertura por parte da Administração Pública do município para projetos similares, na representação da Câmara Municipal e da Prefeitura Municipal, através das secretarias. Não obstante, é imprescindível que o diálogo alcance aos demais setores da gestão municipal, criando canais de conexão e troca de informações e demandas, a fim de construir ações visando a melhoria de Cavalcante/GO.

Tabela 3. *Projetos subsequentes ao “Corredor Cultural do Cerrado”.*

no	Projeto	Objetivos	Metodologia	Resultados Alcançados
017	Sentido Kalunga	Atender a uma demanda real da comunidade	Pesquisa-Ação	Proposta de Centro Cultural da história e o modo de vida Kalunga, conectando elementos comunitários já existentes com os propostos, e qualificação de áreas verdes.
018	Semana da Cooperação	Participação comunitária em intervenções no espaço público	Mobilização Comunitária / Jogo Oásis	Evento com ações para mobilizar, planejar e revitalizar, a partir do esquema participativo de mutirão, a Praça Primavera, em Cavalcante/GO.
020	Uma Cavalcante para Todos	Desenvolver Plano de Governo inclusivo e adaptado para a realidade do município	Organização de diretrizes para o Poder Público	Propostas de Desenvolvimento Urbano, Rural e Sociocultural, em: saneamento básico, urbanização/revitalização urbana, mobilidade e acessibilidade, revisão do Plano Diretor, ampliação e requalificação dos equipamentos públicos.
021	Arquitetura Vernacular Kalunga	Pesquisa e documentação do patrimônio material e imaterial	Pesquisa-Ação	Levantamento de informações resultando em produtos como Site, Rede Sociotécnica e Guia sobre Arquitetura Vernacular Kalunga
022	Análise das Dimensões de Sustentabilidade Urbana no município de Cavalcante/GO	Diagnóstico da realidade urbana da cidade de Cavalcante	Pesquisa-Ação	Diagnóstico da realidade urbana de Cavalcante/GO, constituindo base documental e teórica para a Revisão do Plano Diretor.
	Parque Urbano Ecológico de Cavalcante/GO	Propor a recuperação ecológica e preservação da área central da cidade	Pesquisa-Ação	Projeto do Parque Urbano Ecológico com informações importantes sobre fauna, flora e preservação ambiental do local.
023	Urbanismo Sustentável e Participativo em Cavalcante/GO	Apresentar diretrizes de planejamento urbano	Pesquisa-Ação	Propostas sustentáveis e ecológicas, baseadas em sustentabilidade urbana, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, infraestrutura verde, preservação, funções sociais da cidade e desenho urbano sensível à água.
	Proposta de Revisão do Plano Diretor Municipal de Cavalcante/GO	Estruturar proposta alienada com a realidade e particularidades do município	Análises antecedentes e diálogo com o Poder Público	Proposta adaptada conforme observações da equipe da Prefeitura Municipal. Documento entregue para a prefeitura em junho de 2023.

Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2023)

Mais que isso, também foi solicitada a adição de Assessoria Técnica, a pedido da Prefeitura Municipal, relacionada às demais especificidades do ecossistema urbano de Cavalcante/GO. Focando em questões emergentes do município, pensou-se em cinco consultores com especialidade nas seguintes áreas: Drenagem Urbana, Saneamento e Infraestrutura Viária; Direito Ambiental, Direito à Cidade e Cidadania; Economia Criativa e Desenvolvimento Socioeconômico Local; Paisagem Rural e Patrimônio Histórico Cultural Imaterial; Políticas para Comunidades Quilombolas e Indígenas. Todos os temas têm ligação íntima e arraigada com o nascimento do município e da cidade, a primeira vila de

toda a região da Chapada dos Veadeiros. São aspectos que tratam de questões ambientais, culturais, econômicas e sociais, pois estes são elementos fundamentais da composição deste ecossistema urbano.

Importante salientar como a produção teórica e experiências anteriores serviram de base para a análise do tema na região e, assim como apresentado na tabela, trouxeram diversos insumos de direcionamento para a atuação condizente à realidade.

5. RESULTADOS: PLANEJAMENTO SISTÊMICO PARA A REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE CAVALCANTE

Entre os resultados mais notáveis, se mostrou extremamente importante a necessidade de tornar acessível o contato do saber técnico para toda a comunidade, em um esforço para gerar comum entendimento da importância do planejamento urbano e seus impactos no cotidiano dos cidadãos. É essencial a democratização das tomadas de decisão no desenvolvimento coletivo, principalmente quando se refere à ocupação do espaço.

Além da estruturação do planejamento e dos atores, a comunicação se mostrou um fator essencial para um bom alinhamento entre as partes, seja para uma melhor compreensão do planejamento urbano, como para um maior envolvimento da sociedade no processo. As metodologias aplicadas também devem continuar enquanto balizadoras das ações e intervenções planejadas, conforme o diagrama apresentado (Figura 7).

Figura 7. Diagrama de Planejamento Sistêmico para o Plano Diretor Municipal de Cavalcante/GO.



Fonte: Caio Monteiro Damasceno (2023)

Uma das ferramentas que se apresenta como a mais aplicável à realidade do município de Cavalcante/GO é a criação de um Código de Vizinhança para toda comunidade, ou seja, um conjunto de leis com regras e procedimentos indicados aos residentes de um município para uma melhor convivência comunitária. Define as relações político-administrativas entre o poder público e os munícipes, referentes aos temas de ordem coletiva e pública. É imprescindível que o conteúdo seja abordado de forma didática, com linguagem simples e assertiva, aproveitando-se das ferramentas visuais de ilustrações, diagramas, organogramas e demais referências ilustrativas e de fácil compreensão. A realidade do município ainda reflete o retrato interiorano de baixa escolaridade, portanto a democratização do acesso às informações deve estar alinhada ao local.

Utilizando o referencial executivo do Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores (2020), a análise foi baseada na concatenação entre elementos do processo de planejamento urbano, conforme pode ser observado na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4. Problemáticas e Estratégias para a Sustentabilidade Urbana de Cavalcante/GO.

Dimensão de Sustentabilidade	ef.	Problemáticas	ef.	Estratégias
Ambiental	06	Apresenta avanço da ocupação urbana sobre áreas de transição urbano-rural ou sobre áreas rurais.	69	Controlar a expansão urbana considerando as áreas ambientalmente degradadas e a capacidade de infraestrutura instalada ou prevista.
	36	Apresenta situações de avanço da ocupação urbana sobre áreas ambientalmente frágeis, como mananciais, matas, manguezais e APPs, entre outras.	02	Promover a regularização e/ou urbanização de áreas de transição urbano-rural ocupadas de forma sustentável.
	40	Apresenta dificuldades em coletar, triar e destinar seus resíduos sólidos.	72	Estruturar uma política de gestão de resíduos sólidos vinculada à política de desenvolvimento urbano e com articulação regional para construção e gestão de aterro sanitário, centrais de compostagem ou reciclagem e demais equipamentos do sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos.
	41	Apresenta alagamentos decorrentes de problemas de drenagem urbana e de ocupação do solo.	27	Melhorar as condições de drenagem do município considerando uso e ocupação do solo.
Cultural / Emocional	18	Deve reconhecer ou facilitar a preservação de bens imóveis ou áreas de relevância histórica, cultural, natural e paisagística.	35	Garantir a preservação e permanência de territórios tradicionais e culturais, bem como dos modos de vida dos povos e comunidades tradicionais.
	19	Apresenta necessidade de dinamização urbana e/ou econômica de áreas centrais ou históricas.	34	Garantir a presença de usos compatíveis com a preservação e a dinamização das áreas históricas.
	34	Está integral ou grandemente inserido em área de preservação ambiental e/ou proteção de mananciais com necessidade de conciliar a preservação ambiental e o desenvolvimento urbano e econômico local.	64	Fortalecer o desenvolvimento econômico sustentável integrado às áreas de preservação e suas potencialidades.
	49	Possui áreas naturais e/ou protegidas com potencial para o desenvolvimento do turismo ambiental sustentável.	85	Fortalecer as parcerias interinstitucionais e regionais para desenvolvimento do segmento turístico em diversos níveis e escalas de atuação.
Econômica	07	Apresenta avanço da ocupação urbana sobre áreas de transição urbano-rural ou sobre áreas rurais.	13	Controlar a expansão urbana considerando as áreas ambientalmente degradadas e a capacidade de infraestrutura instalada ou prevista.
	26	Situações de avanço da ocupação urbana sobre áreas ambientalmente frágeis, como mananciais, matas, manguezais e APPs, entre outras.	86	Promover a regularização e/ou urbanização de áreas de transição urbano-rural ocupadas de forma sustentável.
	28	Apresenta dificuldades em coletar, triar e destinar seus resíduos sólidos.	44	Estruturar uma política de gestão de resíduos sólidos vinculada à política de desenvolvimento urbano e com articulação regional para construção e gestão de aterro sanitário, centrais de compostagem ou reciclagem e demais equipamentos do sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos.
	54	Apresenta alagamentos decorrentes de problemas de drenagem urbana e de ocupação do solo.	91	Melhorar as condições de drenagem do município considerando uso e ocupação do solo.
Social	39	Apresenta avanço da ocupação urbana sobre áreas de transição urbano-rural ou sobre áreas rurais.	70	Controlar a expansão urbana considerando as áreas ambientalmente degradadas e a capacidade de infraestrutura instalada ou prevista.

50	Situações de avanço da ocupação urbana sobre áreas ambientalmente frágeis, como mananciais, matas, manguezais e APPs, entre outras.	87	Promover a regularização e/ou urbanização de áreas de transição urbano-rural ocupadas de forma sustentável.
56	Apresenta dificuldades em coletar, triar e destinar seus resíduos sólidos.	100	Estruturar uma política de gestão de resíduos sólidos vinculada à política de desenvolvimento urbano e com articulação regional para construção e gestão de aterro sanitário, centrais de compostagem ou reciclagem e demais equipamentos do sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos.
58	Apresenta alagamentos decorrentes de problemas de drenagem urbana e de ocupação do solo.	29	Melhorar as condições de drenagem do município considerando uso e ocupação do solo.

Fonte: Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores, Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil – ANDUS (2022)

Com o entendimento das formas mais indicadas para lidar com as demandas locais, recorre-se ao vocabulário técnico de ferramentas e instrumentos complementares para aplicação prática das estratégias definidas. Entre aqueles que temos à disposição, se apresentaram mais efetivos os encaminhamentos para contextos urbanos de até 20 mil habitantes no âmbito do planejamento urbano (Tabela 5).

Tabela 5. Ferramentas e Instrumentos urbanísticos direcionados para a realidade local de Cavalcante/GO.

Ferramentas Urbanísticas	Debates, audiências, consultas públicas e conferências sobre assuntos de interesse urbano.
	Macrozoneamento
	Zoneamento Especial
	Parcelamento do Uso do Solo
	Projetos Específicos de Expansão Urbana (PEEU)
	Estudo de Impacto Ambiental (EIA)
	Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV)
Direito de Preempção	
Instrumentos Complementares	Assistência técnica e jurídica gratuita para comunidades e grupos sociais menos favorecidos
	Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)
	Código de Obras e Edificações (COE)
	Código de Vizinhança
	Licenciamento Ambiental
	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI)
	Plano de Manejo de Unidades de Conservação (PMUC)
	Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS)
	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
	Plano Municipal de Saneamento Básico
	0
	Plano Municipal de Turismo
	1
	Regularização Fundiária
	2
Tombamento Municipal	
3	
Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)	
4	
Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC)	
5	
Parcerias Público Privadas (PPP)	
6	
Plano de Manejo de Águas Pluviais (Plano de Drenagem)	
7	

Fonte: Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores, Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil – ANDUS (2022) - edição Caio Monteiro Damasceno (2023)

Devido à escala de ocupação territorial no município, as intervenções indicadas na construção do Planejamento do Ecosistema Urbano de Cavalcante/GO são referentes basicamente ao macro e micro zoneamento, zoneamentos especiais em áreas de interesse ambiental e planejamento do desenvolvimento urbano e rural.

De forma mais prática, os instrumentos de aplicação escolhidos recorrem ao processo participativo da comunidade, criando senso de vizinhança através de acordos

coletivos sobre uso do solo, preservação ambiental, economia local com foco no turismo, preservação do patrimônio histórico e cultural bem como a adaptação do espaço às demandas bioclimáticas. É o entendimento base do ecossistema para um futuro desenvolvimento e aprofundamento nele próprio.

Se faz essencial o entendimento da gestão comunitária do espaço público coletivo, urbano ou rural. Para tal, é preciso compreender de que forma os atores da comunidade estão articulados e qual responsabilidade pode ser atribuída a cada um, visto que fazem parte dessa articulação a administração pública, sociedade civil, parcerias público-privadas, associações locais, lideranças comunitárias, parceiros voluntários, entre outros. Todas as esferas da comunidade são importantes para o desenvolvimento e ocupação do espaço público, a ver pelo seu caráter coletivo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não é novidade que ainda há um longo caminho a ser percorrido para que o cenário do planejamento territorial brasileiro esteja equilibrado, garantindo o direito constitucional do acesso de toda a população ao arcabouço técnico do pensar e intervir no espaço urbano. Além de impasses políticos e econômicos, a realidade também mostra o choque cultural existente entre o desenvolvimento da disciplina do urbanismo e o pouco acesso do mesmo pelas classes mais marginalizadas da sociedade.

Nesse contexto, a visão sistêmica do processo e dos produtos, associada à atuação de profissionais especializados na área de Assistência Técnica, se coloca como resistência ao contínuo desenvolvimento das ocupações urbanas pautadas em fins capitalistas, subjugando o direito democrático às tomadas de decisões e à cidade. A partir da aproximação entre pesquisador e objeto de pesquisa, prevalece a construção em conjunto das bases do desenvolvimento comunitário.

Do ponto de vista teórico, as estratégias de trabalho do planejamento estratégico do

Plano Diretor Municipal de Cavalcante/GO seguem um caminho diferente do convencional, com possibilidade de atingir resultados mais apurados e leituras mais realistas. Na aplicação prática desse planejamento, pretende-se envolver o máximo possível as diversidades da comunidade local e suas respectivas demandas, colocando os atores como protagonistas do processo de mudança social através das metodologias participativas e ações pautadas no urbanismo tático.

É importante salientar, mais uma vez, a atenção para o processo e não tanto o resultado, vista a imprevisibilidade do mesmo durante o processo participativo. Em muitos dos casos, as implicações efetivas de projetos urbanísticos também perpassam a devolutiva a longo prazo, após firmamento de uma mudança de postura da comunidade civil, administração pública e demais agentes de transformação do espaço urbano. Dessa forma, o foco do estudo é direcionado para a estruturação de um caminho para o desenvolvimento sustentável local, onde a comunidade é pilar central de todo o processo.

A gestão democrática do território é uma obrigação social do Estado e se mostra cada vez mais necessária para o entendimento territorial e seu conseqüente planejamento. O desenvolvimento de políticas públicas na esfera do urbanismo só terá efetividade com a viabilidade dessa forma de gestão coletiva, pois todas as demandas são importantes no espaço compartilhado e deverão fazer parte de seu planejamento. Atividades e iniciativas de cunho participativo são essenciais para fortalecer a articulação dos atores locais e distribuir as responsabilidades acerca do território.

7. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Christopher; ISHIKAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray; JACOBSON, Max; FIKSDAHL-KING, Ingrid; ANGEL, Shlomo. **A Pattern Language**. New York: Oxford University Press, 1977.

ANDRADE, Liza Maria de Souza. **Conexão dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e o no nível da paisagem**. Tese de doutorado, FAU/UnB. Brasília, jun. 2014.

ANDRADE, Liza Maria de Souza; LEMOS, Natalia da Silva. **Qualidade de projeto urbanístico: sustentabilidade e qualidade da forma urbana**. In: AMORIM, C. N. D. *et al.* Avaliação da qualidade da habitação de interesse social: projetos arquitetônicos e urbanísticos e qualidade urbanística. Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, 2015.

ANDRADE, Liza Maria de Souza; DAMASCENO, Caio Monteiro; **O urbanismo participativo como tecnologia social do grupo Periférico da FAU/UnB: o caso do projeto do Corredor Cultural do Cerrado em Cavalcante – GO**, 2017.

ANDUS, Agência Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil. **Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores**, 2020.

BALDISSERA, Angelina. **Pesquisa-Ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo**. Sociedade em Debate, Pelotas, 7(2):5-25. ago. 2001.

BRENNER, Neil. **Seria o “urbanismo tático” uma alternativa ao urbanismo neoliberal?** Emetropolis, nº 27. ano 7 dez. 2016. Publicado originalmente no site do projeto “Post” – espaço on-line do Museu de Arte. Moderna de Nova York (MoMA).

DENTE, Bruno. **Le decisioni di policy**. il Mulino Manuali; Itália, 2011.

DIONNE, Hugues. **A Pesquisa-Ação para o Desenvolvimento Local**. Liber Livro, 2007.

ECOSISTEMA URBANO. **Sobre Nosotros**. Disponível em: <<https://ecosistemaurbano.com/es/about-us/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

ESTATUTO DA CIDADE. **Guia para implementação pelos municípios e cidades**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

HARVEY, David. **17 Contradições do Capitalismo**. Editora Boitempo, 2016.

ICONOCLASISTAS. **Manual de mapeo colectivo**. Barcelona, 2013.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Itapevi: Nebli Editora, 2016.

LNECP.DED/NAU. **Participação da comunidade em processos de desenho urbano e de urbanismo: levantamento e descrição de métodos e técnicas**. Lisboa: Relatório 41/2013, I&D Edifícios, 2013.

NEDER, Ricardo Toledo. **Interacionismo sociotécnico e cultura de resistência em políticas de incubação de cooperativas populares: sete dimensões estratégicas em ITCP como agência, como indicadores de avaliação. Encontro Nordeste de Incubadoras de Economia Solidária**. In: “Democracia e economia solidária: impasses e oportunidades”. Juazeiro do Norte – Universidade Federal do Cariri, 2016.

PÁRAMO, Pablo. **Pedagogía Urbana: elementos para su delimitación como campo de conocimiento**. Revista Colombiana de Educación. nº 57, p.14-27. Bogotá, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAVALCANTE E TERRAVISION. **PDL – PLANO DIRETOR DE CAVALCANTE**. Cavalcante, 2012.

SABOYA, Renato. **O planejamento sistêmico/racional abrangente**. Urbanidades, 2008.

SENADO FEDERAL. **Do Estatuto da Cidade ao Código de Urbanismo**. 2021.

SOUZA, Osmar Fabiano. **Pedagogia Urbana: possibilidades de construção crítica do direito à cidade no ensino de geografia**. Brasil, 2022.



TRILLA, Jaume. **La Educación y la ciudad**. *In: Educación y Ciudad*. Revista del Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico - IDEP - n° 2, p.6-19, Santa Fe de Bogotá, 1997.

VALLEJO, José Luis. **Urban Acupunctures - Urban Social Design**. Issue, 2013

9

Análise da expansão urbana do município de Marília/SP e seus impactos sobre o meio natural

MOITINHO, Andréa dos Santos¹; **RIBEIRO**, Rômulo José da Costa²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | a.moit@uol.com.br

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | rjribeiro@unb.br

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o processo de expansão urbana de Marília/SP, fortemente marcado pelas características geomorfológicas do município, abrangendo o seu histórico de ocupação e como o ordenamento do território teria impactado o meio natural.

Como descrevem Santos e Nunes (2007), o crescimento da cidade foi, em grande medida, condicionado pelo relevo tabulariforme e pela implantação da ferrovia nas áreas de topo, passando para as vertentes e, depois, para as bordas das escarpas, não havendo ocupação urbana depois desse limite devido à declividade acentuada. Além disso, os autores destacam a implantação de condomínios fechados e de loteamentos de acesso restrito nas áreas lindeiras aos itambés (como são mais comumente chamados os despenhadeiros), sobretudo a partir da década de 1990, observando-se a presença de perfis socioeconômicos bastante distintos.

Partindo-se da premissa de que, além das especificidades do meio físico, os agentes políticos, econômicos e sociais influenciam sobremaneira a transformação da paisagem

urbana e seus vetores de expansão, buscou-se, dentre os objetivos específicos, compreender também as dinâmicas envolvidas nesse processo. Para tanto, a pesquisa envolveu a revisão bibliográfica de dissertações e de artigos científicos acerca do município de Marília/SP, da especulação imobiliária e da importância da preservação de áreas ambientalmente frágeis com vistas à manutenção de um meio equilibrado.

Nesse contexto, atentou-se para as alterações na Lei Complementar nº. 54/1992, que rege o parcelamento do solo no município, e foi feita uma análise comparativa entre o Plano Diretor de 2006 e o Projeto de Lei Complementar nº. 16/2022, que propunha a sua revisão. No decorrer do trabalho, foi sancionada a Lei Complementar nº. 973/2023, que atualizou o referido instrumento, bem como foram feitas consultas a decisões judiciais que reverteram autos de infração ambiental relativos à ocupação irregular das escarpas, flagrantemente em desacordo com a Lei Federal nº. 12.651/2012.

Ao selecionar um recorte territorial que abarcasse diferentes perfis de renda e de densidade, buscou-se contribuir para um debate mais amplo acerca dos impactos deletérios da ocupação urbana desordenada, que não é promovida exclusivamente por camadas mais humildes da população. Tal abordagem evidenciou que a implantação de empreendimentos voltados para extratos sociais mais abastados também contribui para esse cenário, uma vez que o pagamento de multas ou eventuais compensações não inibem o avanço sobre o meio natural a despeito da legislação em vigor.

Por fim, procurou-se sugerir outras possibilidades de uso das bordas dos itambés, tais como a sua eventual destinação para fruição dos moradores por meio da implantação de parques e do desenvolvimento de atividades de lazer e de turismo não predatórias, que colaborem para a sua efetiva preservação e proteção.

2. MÉTODO

A elaboração da pesquisa compreendeu a busca por artigos e dissertações em

repositórios de universidades e plataformas de divulgação científica, com posterior refinamento de consultas acerca de trabalhos acadêmicos que abordassem as características geomorfológicas da cidade de Marília/SP e sua influência na ocupação do território.

Uma vez que boa parte das obras inicialmente selecionadas abrangia temas relativos à segregação socioespacial ou às dinâmicas envolvidas no processo de especulação imobiliária, verificou-se a necessidade de um olhar mais detido para o avanço da expansão urbana em direção às bordas das escarpas.

Por se tratar de áreas ambientalmente sensíveis, mas de paisagem exuberante, marcadas por declives acentuados e remanescentes de Mata Atlântica, procurou-se conjugar o conhecimento já produzido com uma análise comparativa das legislações municipais que teriam propiciado a ocupação indiscriminada nas proximidades das linhas de ruptura do relevo.

Assim, foram avaliadas as alterações ocorridas na Lei de Parcelamento do Solo e no Plano de Diretor do município, com o intuito de observar se tais regramentos estariam compatíveis com o Código Florestal, que classifica tais áreas como sendo de proteção permanente.

A partir de imagens de satélite, selecionou-se um recorte que englobasse características distintas de densidade populacional e de renda. Tal área compreende o conjunto de itambés que envolve o vale do córrego Palmital, onde pode-se verificar a presença de loteamento popular, de assentamento precário gravado como Zona Especial de Interesse Social e de condomínio fechado de alto padrão.

Em seguida, foi contratado um voo de drone realizado em 17 de agosto de 2023 para o registro de fotos e vídeos, acompanhando-se a sua elaboração para escolha dos visuais. Na ocasião, a despeito das diferenças entre os padrões construtivos das moradias nos dois lados do vale, ficou ainda mais evidente como as ocupações ocorreram nos mesmos moldes, ignorando o afastamento mínimo exigido pela Lei Federal nº. 12.651/2012.

Com base na revisão bibliográfica, na análise comparativa de legislações e nas imagens produzidas, foi feita uma série de recomendações com o intuito de garantir a preservação e a sustentabilidade tanto das escarpas quanto dos vales a jusante. Uma vez que existem no município outros itambés ainda livres de ocupação, esses poderiam vir a ser utilizados na implantação de parques públicos, democratizando-se o acesso a áreas verdes e de lazer.

3. A RELAÇÃO ENTRE A EXPANSÃO URBANA E OS IMPACTOS SOBRE O MEIO NATURAL

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de conhecimento das características geológico-geotécnicas de uma determinada área e a implantação de projetos inadequados ou sem qualquer planejamento podem levar a uma maior probabilidade de ocorrência de eventos perigosos que provoquem situações de risco ao homem e às suas propriedades. Em virtude disso, o conceito de risco evoluiu com o tempo, não se limitando única e exclusivamente aos processos naturais.

Ao abordar os fatores envolvidos nas condições de riscos decorrentes das variações dos elementos que compõem o meio físico, tais como materiais inconsolidados, rochas, água e relevo, Zuquette, Gandolfi e Pejon (1990) destacam o papel da ocupação do espaço como potencial elemento deflagrador ou mitigador de eventos adversos. Tal entendimento é compartilhado por Cerri e Amaral (1998), para os quais a intensificação das atividades humanas tem feito com que os processos geológicos ocorram com maior frequência, uma vez que as alterações resultantes do uso e ocupação do solo podem induzi-los e potencializá-los.

Ao defender que o estudo da degradação ambiental não deve ser realizado apenas sob o ponto de vista físico, Cunha e Guerra (2003) atentam para o fato de que a sociedade é tanto causadora como vítima dos seus efeitos, ao passo que Coelho (2004) evidencia a maior

vulnerabilidade de determinados grupos:

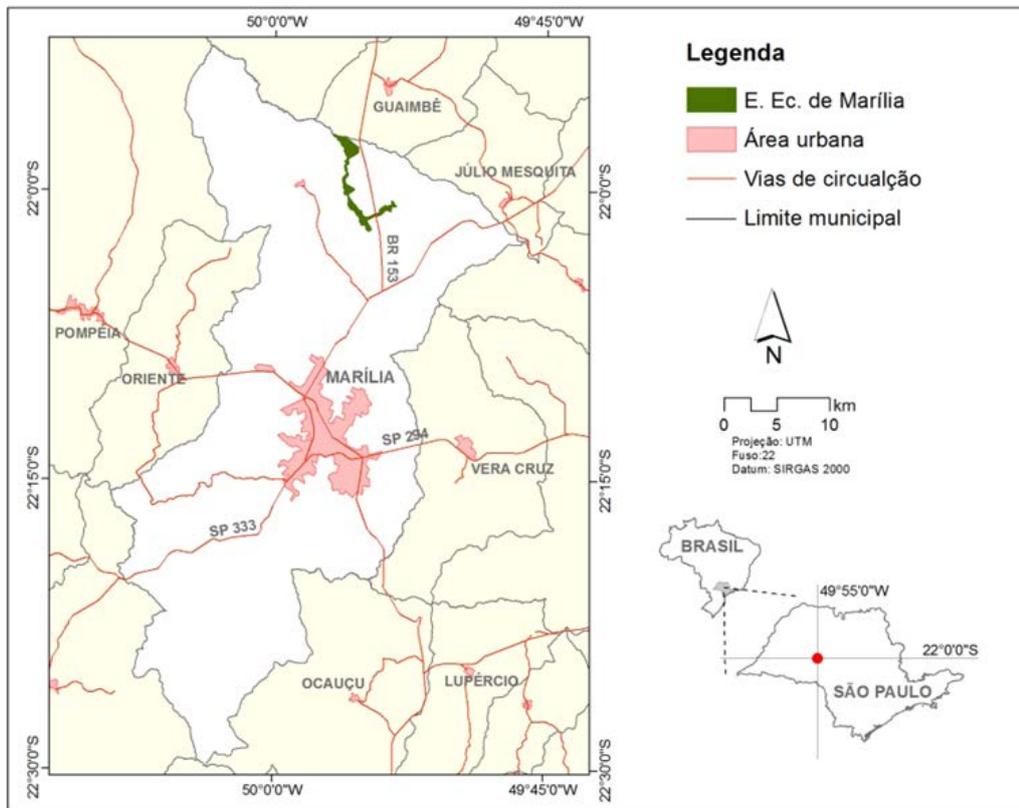
os impactos ambientais [...] são mais percebidos pelos setores menos favorecidos da população, que, confinados às áreas mais suscetíveis às transformações próprias dos processos ecológicos, porém aceleradas pelas ações humanas, não podem enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras ou beneficiadas por obras mitigadoras de impactos ambientais (Coelho, 2004, p. 20).

Ainda para Coelho (2004), a complexidade dos processos que contribuem para os impactos ambientais urbanos exige um olhar que conjugue as relações entre a sociedade e a natureza. Além disso, ao exemplificar como os processos erosivos e o assoreamento de cursos d'água relacionam-se a múltiplas causas – que podem ser temporal e espacialmente diversificadas – a autora chama a atenção para as escalas interpretativas de tais impactos, que, por vezes, não são diretamente perceptíveis.

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DE OCUPAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Dado o conjunto de características físicas e socioeconômicas, bem como os padrões de ocupação e de expansão urbana identificados, sobretudo, a partir dos anos 1990, adotou-se como objeto de estudo a cidade de Marília, localizada no centro-oeste do Estado de São Paulo (Figura 1), mais especificamente na região denominada Alta Paulista. Santos (1994), *apud* Coelho e Moreira (2022), contextualiza o surgimento dos municípios do interior paulista atrelados à economia cafeeira e à abertura de linhas férreas para o escoamento da produção, relacionando tais aspectos tanto à apropriação, quanto à valorização e à fragmentação das terras.

Figura 1. Localização da cidade de Marília/SP.



Fonte: Ivanauskas *et al.* (2017)

Quando do estudo das características geomorfológicas da cidade de Marília, Santos e Nunes (2007) analisaram, por sua vez, como os elementos constitutivos do meio físico teriam condicionado sua expansão urbana. Assim, além de detalharem a origem das formas de relevo, seus processos e dinâmicas de evolução, os autores buscaram descrever como cada uma delas teria influenciado a ocupação do território.

Situado no Planalto Ocidental Paulista, o Planalto de Marília constitui-se como uma área dispersora de drenagem, apresentando vales entalhados (Figura 2) e densidade de drenagem de média a alta, o que, associado ao tipo de solo presente na região, o tornaria suscetível a atividades erosivas, sobretudo nas vertentes mais inclinadas (Santos; Nunes, 2007). Assim, a expansão urbana do município foi orientada pelo espigão divisor de águas e seu crescimento deu-se no sentido norte/sul até as áreas limítrofes às escarpas, também conhecidas como itambés, termo de origem Tupi.

Figura 2. Imagem de satélite da área urbana de Marília/SP, em que se pode observar seu relevo recortado por vales.



Fonte: Google Earth (2023)

Com base nos levantamentos geomorfológicos realizados, Santos e Nunes (2007) identificaram feições como topos, vertentes, fundos de vale e escarpas, associando a cada uma delas o seu respectivo processo de ocupação. No compartimento de topo, que separa as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe e cuja morfologia varia de aplainada a suavemente ondulada ao longo de sua extensão, encontram-se a linha férrea e as principais avenidas de Marília. Com relação às vertentes, os autores relatam não haver o predomínio de uma morfologia específica (côncava, convexa ou retilínea), mas apontam um maior uso dessas áreas para fins residenciais quando comparadas aos topos, identificando, também, algumas nascentes de cursos d'água. Os fundos de vale apresentam morfologias em “V” e de fundo chato e, enquanto a primeira tende a ser mais frequente próxima aos topos, a última é mais observada nos vales formados pelas escarpas, acerca dos quais cabe fazer o seguinte destaque:

Quanto à ocupação dos fundos de vale intra-escarpas, observou-se a presença de propriedades rurais situadas em área de planícies aluviais e nas rampas de colúvios

de baixa declividade. Nestas áreas identificaram-se processos erosivos (ravinas e voçorocas) frutos da retirada da cobertura vegetal e do não respeito às áreas de preservação permanente (APPs).

A cidade de Marília não possui cursos d'água de grande extensão e porte. A grande maioria são córregos de pequena vazão. Muitos estão poluídos por lixo e esgoto domésticos e industriais. Alguns já foram canalizados para facilitar o processo de urbanização (Santos; Nunes, 2007, p. 23).

As escarpas, por sua vez, recortam a cidade, não havendo ocupação para fins urbanos depois dos seus limites em função da declividade acentuada (Figuras 3 e 4). Contudo, a partir da década de 1990 intensificou-se a implantação de diversos condomínios fechados e de loteamentos de acesso restrito nas proximidades dos itambés, alguns deles muito próximos da linha de ruptura do relevo. Assim, observa-se a presença de extratos sociais bastante distintos em áreas antes ocupadas apenas por bairros populares e assentamentos precários.

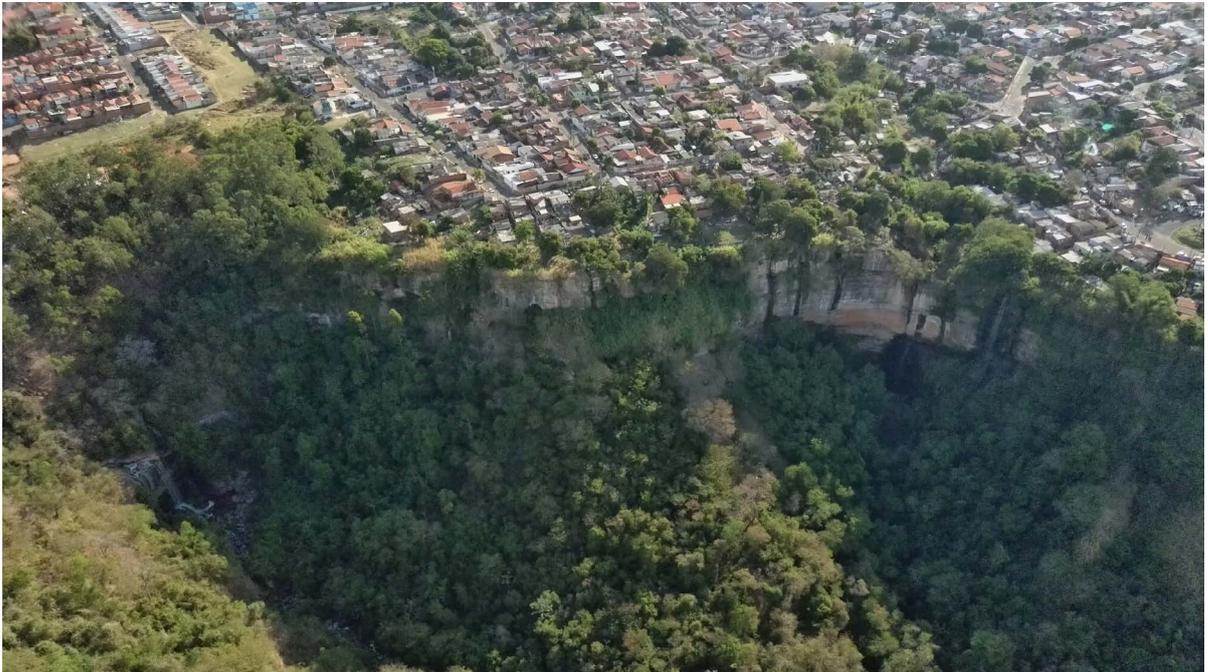
Figura 3. Vale do córrego Palmital, localizado entre um conjunto de escarpas.



Fonte: W-Ecos Gestão Socioambiental (2023)¹

¹ A empresa W-Ecos Gestão Socioambiental foi contratada em agosto de 2023 para fazer as imagens de drone inseridas no presente trabalho.

Figura 4. *Linha de ruptura de um dos itambés, cujo declive pronunciado impede o avanço da expansão urbana.*

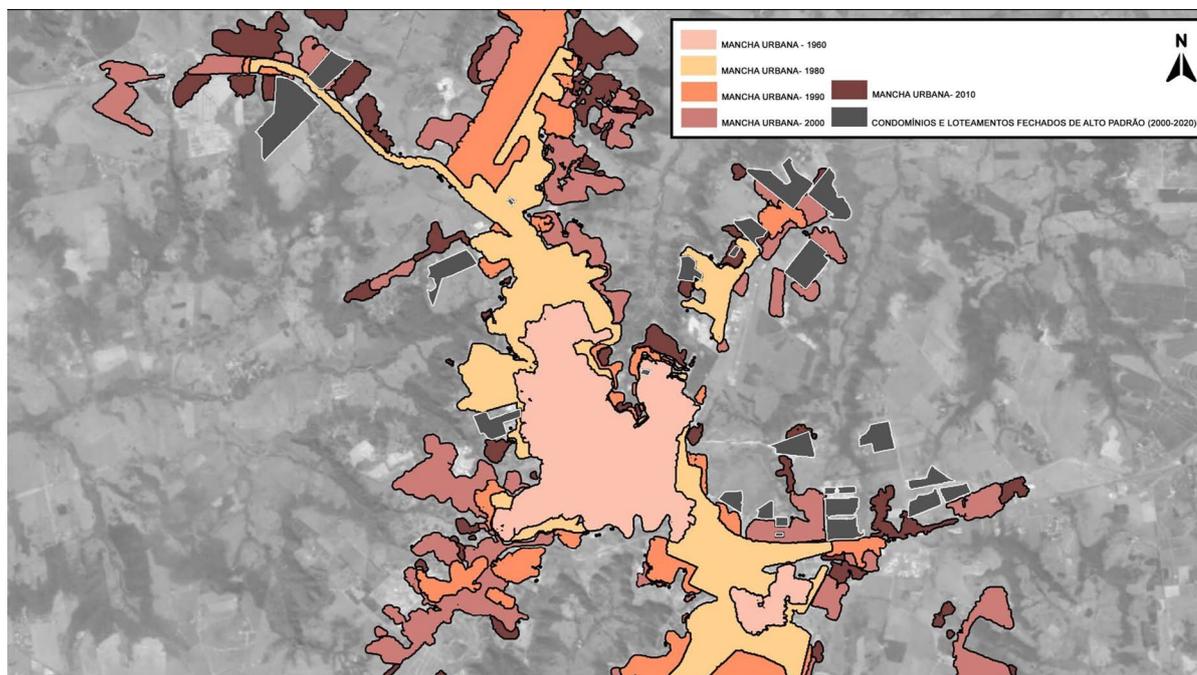


Fonte: W-Ecos Gestão Socioambiental (2023)

Nesse contexto, Coelho e Moreira (2022) tratam dos empreendimentos residenciais destinados a camadas mais abastadas e de como sua localização periférica levou à fragmentação do tecido urbano do município (Figuras 5), gerando, como consequências, a formação de novas centralidades, a privatização dos espaços públicos e a produção de vazios para fins especulativos:

Essa primazia pela ocupação de trechos descontínuos às áreas urbanizadas gera a demanda de instalação de novas infraestruturas por parte do poder público, obras promotoras de um processo especulativo não apenas dos empreendimentos, isto é, das casas e dos lotes mantidos ausentes de construção e ocupação, mas também das zonas vazias que transcorrem dos residenciais de alto padrão até a cidade consolidada, transformadas, com as contínuas ampliações dos perímetros, em um arcabouço de vazios urbanos (Coelho; Moreira, 2022, p. 5).

Figura 5. Demarcação das manchas urbanas por décadas e localização dos condomínios e loteamentos fechados de alto padrão aprovados entre os anos 2000 e 2020



Fonte: Coelho e Moreira (2022)

Segundo dados levantados por Coelho e Moreira (2022), de um total de 7.460 lotes produzidos por esses empreendimentos, até o ano de 2020, apenas 2.241 encontravam-se ocupados e, não obstante a alta vacância registrada, outro loteamento no mesmo padrão dos demais estava sendo implantado. Ao fazerem a análise da legislação municipal, os autores creditam tal fenômeno ao seu afrouxamento, que, ao longo dos anos, removeu importantes restrições com vistas a atender os interesses do mercado imobiliário.

3.3. OS ITAMBÉS E A LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Quando da pesquisa bibliográfica, verificou-se que a maioria dos estudos acerca da cidade de Marília tratava de características geomorfológicas, bem como abordava temas relativos à segregação socioespacial, à especulação imobiliária e à formação de vazios urbanos. Assim, a partir dessa base de conhecimento, o presente trabalho pretende contribuir para uma reflexão acerca dos impactos da expansão urbana no meio natural,

adotando como referência as escarpas que envolvem o vale do Córrego Palmital (Figura 6) e que abrangem os bairros Vila Nova e Palmital, localizados na Zona Centro Norte, e o Condomínio Garden Park, na Zona Leste, ocupados por perfis socioeconômicos distintos. Procurou-se analisar, também, o tratamento dispensado aos itambés na legislação do município, as medidas de proteção a essas áreas e eventuais alterações ou proposições no âmbito do arcabouço legal.

Figura 6. Vale do córrego Palmital.



Fonte: Google Earth (2023), modificado pela autora

Tanto o bairro Vila Nova – que tem parte dele caracterizada como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) – quanto o bairro Palmital são ocupados por populações de baixa renda, contrastando com o Condomínio Garden Park, inserido em uma das áreas mais valorizadas do município e cuja aprovação deu-se no ano de 1997 (Zandonadi, 2008).

Verifica-se, no entanto, que toda a extensão dos itambés foi ocupada (Figura 7), não se respeitando o que determina a Lei Federal nº. 12.651/2012, que dispõe acerca da proteção da vegetação nativa e que, no item VIII do Art. 4º, considera como Área de Preservação Permanente (APP), em zonas rurais ou urbanas, as bordas dos tabuleiros ou chapadas,

até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais (BRASIL, 2012).

Em decorrência disso, as obras em parte dos lotes do condomínio foram objeto de autos de infração ambiental e de embargo por estarem irregularmente inseridas em APP e terem provocado a supressão de remanescentes da Mata Atlântica. Posteriormente a isso, foi ajuizada uma série de ações e de recursos com vistas a reverter decisões judiciais em desfavor da Swiss Park Incorporadora Ltda. (São Paulo, 2012) e dos proprietários das áreas adquiridas.

Figura 7. Moradias do Condomínio Garden Park próximas à linha de ruptura do relevo.



Fonte: W-Ecos Gestão Socioambiental (2023)

Importa destacar que, quando da aprovação do condomínio, a Lei Complementar nº 54/1992, que dispõe sobre o parcelamento do solo no município apresentava a seguinte vedação:

Art. 18 - O desmatamento e a terraplanagem são permitidos apenas para execução das obras de saneamento da gleba e de abertura das vias de circulação, devendo ser mantidas as florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas áreas de preservação permanente.

§ 1º - Consideram-se de preservação permanente, para efeito desta lei complementar, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

[...]

f) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas (itambés), a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100,00 metros em projeções horizontais (Marília, 1992, p. 18).

No entanto, a Lei Complementar nº. 247/2000 modificou o regramento em pauta, revogando a alínea “f” e permitindo construções que se situassem até 30 metros das bordas das escarpas:

Art. 1º - O § 2º do artigo 18, da Lei Complementar nº 54, de 28 de dezembro de 1992, modificada posteriormente, passa a vigorar com a redação abaixo indicada, ficando acrescentado o respectivo § 3º:

“§ 2º - Os lotes lindeiros aos itambés terão, além da área aedificandi mínima legal, **uma área *non aedificandi* nos fundos de, no mínimo, 30,00 m (trinta metros) de lado a contar da linha de ruptura do relevo,** pela largura do lote, que somente poderá ser utilizada para a formação de jardim ou plantio de árvores.”

[...]

Art. 2º - Esta Lei Complementar entrará em vigor na data de sua publicação, **revogadas as disposições em contrário, especialmente a alínea “f”, do § 1º, do artigo 18, da Lei Complementar nº 54, de 28 de dezembro de 1992** (Marília, 2000, p. 1, grifo nosso).

Dada a repercussão negativa da medida, nova alteração foi feita pela Lei Complementar nº. 402/2004, ampliando-se a área *non aedificandi* nos fundos dos lotes lindeiros às escarpas para 50 metros:

Art. 1º - O § 2º, da Lei Complementar nº 54, de 28 de dezembro de 1992, com modificação posterior, passa a vigorar com a seguinte redação:

“§ 2º - Os lotes lindeiros aos itambés terão, além da área aedificandi mínima legal, **uma área *non aedificandi* nos fundos de, no mínimo, 50,00 m (cinquenta metros) de lado a contar da linha de ruptura do relevo,** pela largura do lote, que somente poderá ser utilizada para a formação de jardim ou plantio de árvores, **ficando obrigado o proprietário a preservar**

a mata atlântica ali existente.” (Marília, 2004, p. 1, grifo nosso)

Mesmo em se tratando de um instrumento infralegal, ou seja, que não se sobrepõe à Lei Federal nº. 12.651/2012, verificou-se, em alguns casos, a anulação de autos de infração e de multas e compensações justificando-se, de modo geral, que os proprietários dos terrenos não teriam agido de má fé, estando amparados pela aprovação do loteamento e pelas alterações feitas na Lei Complementar nº. 54/1992, como no caso abaixo:

Além disso, a lei complementar municipal nº 54/1992, que dispõe sobre o parcelamento do solo, alterada pela lei complementar nº 247/2000, determina que a área non aedificandi é de 30 (trinta) metros a contar da linha de ruptura do relevo, ‘*verbis*’:

[...]

Desta forma, é evidente que o Autor cumpriu todos os itens exigidos em lei, posto que, sua construção [...] respeitou a área non aedificandi de 30 metros a partir da linha de ruptura do relevo, conforme determina a lei municipal. Além disso, o local era de PASTO DEGRADADO, e com a implantação das benfeitorias realizadas a área foi reflorestada e preservada (São Paulo, 2020).

A priori, pode-se pensar que a baixa densidade de ocupação do condomínio implicaria em menos efeitos deletérios sobre o meio natural, mas outros fatores devem ser considerados além deste, haja vista as abordagens trazidas no início do texto acerca das escalas interpretativas dos impactos ambientais e de como a expansão urbana pode contribuir para a deflagração de riscos. Com efeito, Santos e Nunes (2007) alertam para o afloramento de nascentes que alimentam os córregos localizados nos vales formados pelas escarpas e, ainda que eventuais impactos não se façam sentir diretamente nas áreas ocupadas, observa-se sua repercussão a jusante (Figura 8).

A retirada da cobertura vegetal – no caso em específico, remanescentes da Mata Atlântica –, conjugada com uma maior impermeabilização do solo, aumenta a velocidade do escoamento superficial e o carreamento de detritos, deixando as áreas de planície mais suscetíveis à erosão e ao assoreamento dos cursos d’água. Nesse sentido, cabe frisar que o

avanço da urbanização em ambos os lados do itambé do córrego Palmital se deu da mesma maneira, ou seja, aproximando-se das suas bordas, sendo que as diferenças visualmente mais perceptíveis relacionam-se à densidade populacional e ao padrão construtivo das moradias.

Figura 8. *Sinais de abatimento de terreno e de formação de sulcos no vale do córrego Palmital, ocupado de ambos os lados.*



Fonte: W-Ecos Gestão Socioambiental (2023)

3.4. O PLANO DIRETOR DE MARÍLIA E SUAS ALTERAÇÕES

Uma vez que o Plano Diretor instituído pela Lei Complementar nº. 480/2006 (Marília, 2006) passou por um processo de revisão, cujas mudanças propostas foram submetidas à Câmara Municipal em 07 de junho de 2022 (Marília, 2022), buscou-se fazer uma leitura comparativa de ambos os documentos para verificar se haveria alterações substantivas a serem votadas, sobretudo no que diz respeito aos itambés e aos vales a jusante.

Preliminarmente, cumpre ressaltar que o Projeto de Lei Complementar nº. 16/2022 foi motivado pela existência de um Termo de Ajustamento de Conduta firmado com o Ministério Público do Estado de São Paulo, tendo ocorrido apenas quatro audiências

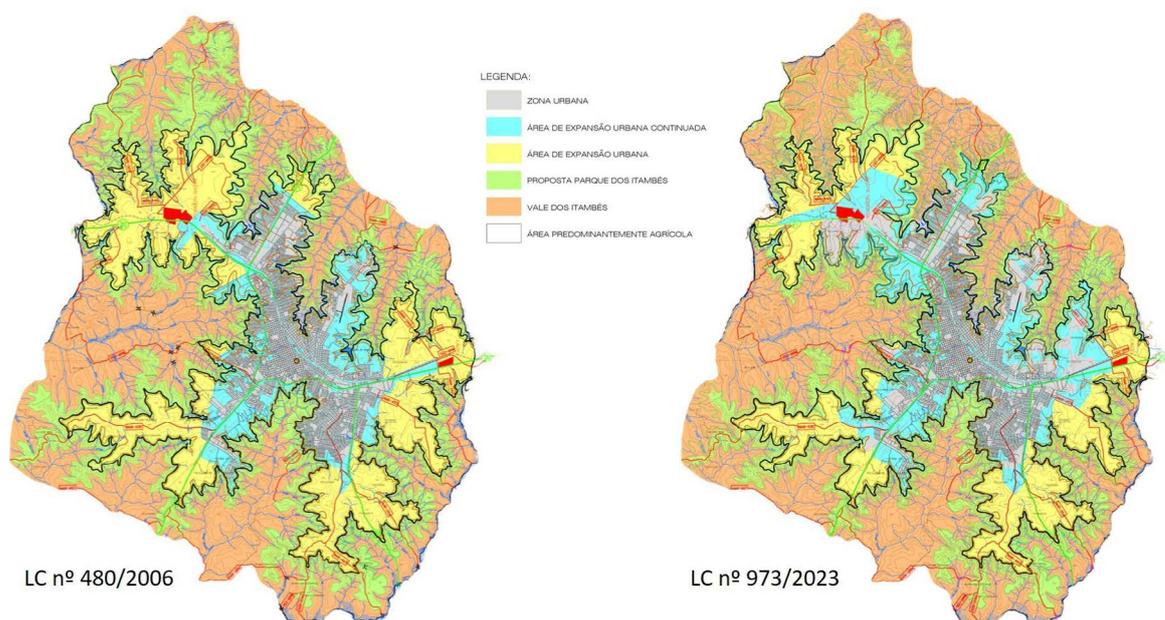
públicas no ano de 2019 e pouca publicização quanto à versão protocolada para votação.

No decorrer da pesquisa, observaram-se avanços no tocante ao regramento até então em vigor, como, por exemplo, a inclusão do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a implementação de diretrizes previstas nas políticas nacionais e nas leis federais.

Convém mencionar que, nesse ínterim, as modificações sugeridas foram apreciadas, resultando na recente promulgação da Lei Complementar nº. 973/2023, sancionada em 30 de novembro de 2023. Ao ser comparado com o projeto previamente apresentado, constatou-se a existência de alguns acréscimos e supressões no Plano Diretor atual. No entanto, o teor de ambos os textos se assemelha bastante e os mapas anexos são idênticos.

Como ponto negativo, dada a fragilidade ambiental das escarpas, evidencia-se a ampliação da Zona de Expansão Urbana Continuada (em azul na Figura 9), que corresponde às áreas ainda não urbanizadas do município, mas contíguas ou circundadas por setores já urbanizados, sobretudo ao norte e a leste, que passaria a compreender parte da Zona de Expansão Urbana (em amarelo), que se caracteriza como sendo a parte da Zona Rural situada no planalto, cujos usos são diversificados (Marília, 2022, 2023).

Figura 9. Macrozoneamento do Plano Diretor de 2006 e da Lei Complementar nº 973/2023



Fonte: LC nº. 480/2006 (Marília, 2006) e LC nº. 973/2023 (Marília, 2023)

O item VI do Art. 20, que trata dos objetivos da Política Municipal de Habitação, fala em “reduzir os impactos de assentamentos precários sobre áreas de proteção ambiental” (Marília, 2023, p. 12), que, como discutido no presente trabalho, não se limita a essas ocupações. A esse respeito, vale transcrever o item XV, do Art. 21, que dispõe o que segue:

Art. 21. Para a consecução da política habitacional, deverão ser adotadas as seguintes diretrizes gerais:

[...]

XV - promover soluções habitacionais adequadas e definitivas para a população de baixa renda que for realocada dos seus locais de moradia em razão da necessidade de recuperação e proteção ambiental, da existência de riscos geológicos e da execução de obras públicas, preferencialmente no mesmo bairro ou na mesma região, com a participação das famílias no processo de decisão; (Marília, 2023, p. 12)

A Lei Complementar nº. 480/2006, que definia no Art. 47 as diretrizes para a Zona Especial de Interesse Ambiental e que tratava do Parque dos Itambés, que não chegou a ser regulamentado, trazia a seguinte redação, possivelmente influenciada pelas mudanças feitas na Lei Complementar nº. 54/1992, que rege o parcelamento do solo do município:

II - Até a edição da lei específica, considera-se como a área do Parque dos Itambés a porção do território delimitada pela franja de terra de largura igual a 50,00 (cinquenta) metros a montante da linha de ruptura e pela franja de terra de largura igual a 10,00 (dez) metros a jusante da linha de ruptura caracterizada pelo início dos maciços arbóreos. (Marília, 2006, p. 22)

Contudo, na Lei Complementar nº. 973/2023, volta-se aos parâmetros anteriores, de maneira a compatibilizar a faixa a montante com a largura estabelecida pelo Código Florestal para as áreas lindeiras às linhas de ruptura de escarpas e encostas:

Art. 131. A Zona Especial de Interesse Ambiental - Parque dos Itambés (ZEIA-PI) é constituída por Área de Proteção Permanente, nos termos do art. 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), ficando definida como a área caracterizada pela ocupação de mata atlântica e presença de escarpas que definem a linha de ruptura topográfica, separando planalto e planície, destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente, conforme Anexo 2.

[...]

Parágrafo único. Até a promulgação de lei específica, considera-se como a área do Parque dos Itambés a porção do território delimitada pela franja de terra de largura igual a 100,00 (cem) metros à montante da linha de ruptura e pela franja de terra de largura igual a 50,00 (cinquenta) metros à jusante da linha de ruptura caracterizada pelo início dos maciços arbóreos. (Marília, 2023, p. 56)

O novo Plano Diretor traz no seu bojo a criação do Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres, além de manter a previsão de implantação de uma série de parques no município, bem como a remodelação do Bosque Municipal. Além disso, o Art. 98, da Subseção II, que trata do Parque dos Itambés, estabelece um prazo de 24 (vinte e quatro) meses para a elaboração de um programa específico visando sua implantação gradativa, além de uma série de diretrizes, como a “obrigatoriedade de participação popular no processo de elaboração dos projetos que serão realizados no parque, através de Audiências e Consultas Públicas” (Marília, 2023, p. 40).

Acredita-se que, em função do potencial turístico e paisagístico observado nas áreas de planície que formam os vales, a proposta apreciada pela Câmara Municipal tenha privilegiado tais usos, embora também mencione a necessidade de um manejo sustentável relativo a atividades agrícolas, devido à presença de pequenas e médias propriedades rurais nessa porção do território:

Art. 134. A Zona dos Vales dos Itambés terá as seguintes diretrizes:

I - Definição de planta georreferenciada, com captação de recursos para sua implantação.

II - Promoção prioritariamente da proteção, da preservação e da recuperação ambiental, com ênfase nas Áreas de Proteção Permanente, Rios, Córregos, Nascentes e Corpos D'Água.

III - Compatibilização do uso agrícola e do meio ambiente através de manejo sustentável.

IV - Promoção da proteção aos assentamentos existentes e prevenção da criação de novos assentamentos nas Áreas de Proteção Permanente e nas Áreas de Risco.

V - Promoção do associativismo e do cooperativismo.

VI - Criação de Parques Lineares nos mananciais dos Rios Barbosa, Pombo e Palmital.

VII - Criação do Anel Viário Municipal dotado de ciclovia, interligando as zonas Norte, Sul, Leste e Oeste da cidade pela planície do Vale dos Itambés.

VIII - Criação de vicinais dotadas de ciclovia delimitando os Parques Lineares.

IX - Promoção do desenvolvimento do ecoturismo através do zoneamento e parcelamento de solo específico. (Marília, 2023, p. 56)

Por fim, há que se destacar o fato de que, apesar das reiterações do Ministério Público do Estado de São Paulo para que o Plano Diretor Municipal fosse revisto, sua atualização por meio da Lei Complementar nº. 973/2023 tenha levado quatro anos para ser votada. Assim, cabe alertar para a importância da pressão popular e do acompanhamento tanto da tramitação e de eventuais emendas quanto da sua implementação, para que esse não se converta em mero instrumento para cumprir uma das exigências trazidas pela Lei

Federal nº. 10.257/2001, cujo § 3º do Art. 40 determina que sua revisão deve ocorrer, pelo menos, a cada dez anos (Brasil, 2001).

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Ao analisar o histórico e os condicionantes da expansão urbana da cidade Marília/SP, o presente trabalho procurou alertar para os impactos ambientais decorrentes da ocupação das áreas próximas ou limítrofes às linhas de ruptura dos itambés, cujos reflexos mais comuns nas planícies a jusante são os processos erosivos e o assoreamento dos cursos d'água, que podem ser agravados pelo desmatamento e pela impermeabilização do solo.

Constatou-se que, além das características geomorfológicas do município, o processo de urbanização em direção às escarpas vem se intensificando com o decorrer dos anos e, a partir da década de 1990, passou-se a observar a presença de extratos sociais mais abastados em áreas por vezes contíguas a bairros populares e de classe média baixa (Figura 10), bem como em regiões periféricas, produzindo-se vazios urbanos para fins especulativos.

Figura 10. Mosaico de fotos mostrando sinais de gentrificação nas proximidades dos itambés e o cercamento do Garden Park.



Fonte: acervo pessoal da autora (2023)

A análise de áreas com perfis socioeconômicos distintos permitiu verificar que elas pouco diferem nos seus padrões de ocupação urbana. Além disso, com a valorização comercial que as glebas lindeiras aos itambés passaram a ter, os empreendimentos horizontais fechados de alto padrão beneficiaram-se da aprovação de instrumentos infralegais para se estabelecerem sobre áreas de proteção permanente.

Efetuuou-se, em seguida, um estudo comparativo entre o Plano Diretor Municipal de 2006 e a sua atualização por meio da Lei Complementar nº. 973/2023, buscando-se compreender as implicações do novo instrumento tanto para as escarpas quanto para os vales a jusante. Em que pesem os avanços alcançados, alguns pontos, como a ampliação da Zona de Expansão Urbana Continuada, devem ser acompanhados com especial atenção, de maneira a se evitar processos geradores de impactos ambientais, bem como de gentrificação.

Uma vez que o tema exigiu a abordagem de múltiplos aspectos, oferecendo, ainda, uma contribuição adicional a partir do conhecimento produzido por outros autores, acredita-se que os objetivos da pesquisa tenham sido alcançados. Com base no conteúdo exposto, recomenda-se o estudo de usos compatíveis com a fragilidade dos itambés, tais como a criação de parques e a implantação de equipamentos públicos destinados ao lazer, ao turismo e à educação ambiental, de maneira a assegurar a proteção das áreas que seguem livres de ocupação (Figura 11), suplantando a prática vigente, que, não raro, atua de forma meramente emergencial e corretiva quando do comprometimento do meio físico.

Figura 11. Imagem de satélite de um conjunto de itambés parcialmente livre de ocupação.



Fonte: Google Earth (2023)

Nesse sentido, para além da ação concertada entre os diversos seguimentos da sociedade, cumpre ressaltar a importância da implementação de medidas que visem à sustentabilidade em suas múltiplas dimensões, conciliando aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais, como apregoam Andrade e Lemos (2015) e Andrade (2022) em sua análise acerca dos assentamentos urbanos.

Por fim, convém ecoar o manifesto de entidades e do Conselho de Arquitetura e Urbanismo em defesa da sociedade, que propõe a ampliação dos “mecanismos de participação popular e dos segmentos técnicos nas discussões e decisões sobre políticas públicas de planejamento urbano e habitação” (Cau *et al.*, 2022, p. 3), pois justiça social, resiliência e sustentabilidade continuarão sendo ideais inalcançáveis enquanto parcelas significativas da população forem alijadas dos processos decisórios.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Liza Maria Souza. **Princípios de Sustentabilidade para a Reabilitação de Assentamentos Urbanos**. Material didático do curso de especialização Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Brasília: UnB, LaSUS, 2022.

ANDRADE, Liza; LEMOS, Natália. **Qualidade de projeto urbanístico: sustentabilidade e qualidade da forma urbana.** *In:* BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves; PEIXOTO, Elane; GUINANCIO, Cristiane (org.). Avaliação da qualidade da habitação de interesse social: projetos urbanístico e arquitetônico e qualidade construtiva. Brasília: UnB, FAU, 2015. p. 20-99.

BRASIL. **Lei Federal nº. 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em abr. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em mar. 2023.

CERRI, Leandro Eugênio da Silva; AMARAL, Cláudio Palmeiro. **Riscos geológicos.** *In:* OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de (org.). Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, 1998.

COELHO, Gabrielle Gomes; MOREIRA, Tomás Antônio. **Entre a legislação e o mercado: a produção desregada de empreendimentos residenciais horizontais fechados e seus resultados nocivos às cidades médias – o caso de Marília-SP.** *In:* ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 19., 2022, Blumenau/SC. Anais eletrônicos [...]. ANPUR, 2022. Disponível em: https://www.sisgeenco.com.br/anais/enanpur/2022/arquivos/GT5_SEM_261_507_20211130145137.pdf. Acesso em: ago. 2022.

COELHO, Maria Cecília Nunes. **Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa.** *In:* GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da (org.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO *et al.* **Manifesto em defesa da sociedade.** Disponível em: <https://caubr.gov.br/eleicoes2022/>. Acesso em abr. 2022.

CUNHA, Sandra Batista da; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Degradação ambiental.** *In:* GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da (org.). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

IVANAUSKAS, Natália Macedo *et al.* **Diagnóstico e propostas de manejo da vegetação da estação ecológica de Marília, SP, Sudeste do Brasil.** São Paulo: IF. Sér. Reg. n. 55, dez. 2017. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/2018/07/IFSR55_29-73.pdf. Acesso em jul. 2023.

MARÍLIA. **Lei Complementar nº. 54, de 28 de dezembro de 1992.** Dispõe sobre o parcelamento do solo no município. Marília: Câmara Municipal, [1992]. Disponível em: https://www.marilia.sp.gov.br/arquivos/lc54_12091301.pdf. Acesso em ago. 2022.

MARÍLIA. **Lei Complementar nº. 247, de 15 de fevereiro de 2000.** Modifica a Lei Complementar nº 54/1992, que dispõe sobre o parcelamento do solo no município. Marília: Câmara Municipal, [2000]. Disponível em: https://sapl.marilia.sp.leg.br/pysc/download_norma_pysc?cod_norma=7038&texto_original=1. Acesso em ago. 2022.

MARÍLIA. **Lei Complementar nº. 402, de 30 de setembro de 2004.** Altera o § 2º, do artigo 18, da Lei Complementar nº. 54/1992, que dispõe sobre o parcelamento do solo no município. Marília: Câmara Municipal, [2004]. Disponível em: <https://www.marilia.sp.gov.br/publicos/76e1708e3968fef6do356c5fo4dc2obe.pdf>. Acesso em ago. 2022.

MARÍLIA. **Lei Complementar nº. 480, de 09 de outubro de 2006.** Institui o Plano Diretor do município de Marília e dá outras providências. Marília: Câmara Municipal, [2006]. Disponível em: <https://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2014/11/LC-480.completo.pdf>. Acesso em ago. 2022.

MARÍLIA. **Projeto de Lei Complementar nº. 16/2022.** Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Marília e dá outras providências. Marília: Câmara Municipal, [2022]. Disponível em: https://sapl.marilia.sp.leg.br/consultas/materia/materia_mostrar_proc?cod_materia=MTY5OTIo. Acesso em ago. 2022.

MARÍLIA. **Lei Complementar nº. 973, de 30 de novembro de 2023.** Dispõe sobre o Plano Diretor do município

de Marília e dá outras providências. Marília: Câmara Municipal, [2023]. Disponível em: https://www.marilia.sp.gov.br/arquivos/lei_complementar_973_04083832.pdf. Acesso em dez. 2023.

SANTOS, Caio Augusto Marques dos; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Mapeamento geomorfológico do perímetro urbano do município de Marília-SP**. Geografia em Atos, n. 7, v.1, Presidente Prudente, 2007. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/231/pdf9>. Acesso em: ago. 2022.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1994.

SÃO PAULO. Tribunal de Justiça. **Ação anulatória de auto de infração ambiental com pedido de antecipação de tutela**. Foro de Marília, 2020. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/processos/220906086/peca-peticao-inicial-tj-sp-acao-anulatoria-de-auto-de-infracao-ambiental-cc-pedido-de-antecipacao-de-tutela-procedimento-comum-civel-contra-fazenda-publica-do-estado-de-sao-paulo-1498625124>. Acesso em jul.2023.

SÃO PAULO. Tribunal Regional Federal (3ª Região). **Embargos de declaração em apelação cível nº 0002148-18.2007.4.03.6111/SP**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://web.trf3.jus.br/acordaos/Acordao/Buscar>

ZANDONADI, Júlio. **Novas centralidades e novos habitats: caminhos para a fragmentação urbana em Marília (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 253 p. 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96729>. Acesso em: jun. 2023.

ZUQUETTE, Lázaro Valentim; GANDOLFI, Nilson; PEJON, Osni José. **O mapeamento geotécnico na previsão e prevenção de riscos geológicos em áreas urbanas**. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1., 1990, São Paulo/SP. Anais [...]. São Paulo: ABGE, 1990.



EIXO 3

**A NATUREZA
COMO RECURSO
DE PROJETO**

10

Avaliação sazonal de serviços ecossistêmicos de suporte pelo sequestro florestal de carbono em ambientes urbanos - Estudo de caso do município de Luís Eduardo Magalhães

AGUIAR, Eduarda Gazola de¹; **BAPTISTA**, Gustavo Macedo de Mello²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | eduardaaguiar.arq@gmail.com

²Universidade de Brasília, Professor Associado III do Instituto de Geociências, Brasília, Brasil | gmbaptista@unb.br

1. INTRODUÇÃO

A vegetação possui grande importância ao que tange a qualidade ambiental dos espaços urbanos, assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente, promovendo serviços ecossistêmicos que melhoram a qualidade de vida da população. Rodrigues *et al.* (2002) definem arborização urbana como toda cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades, a qual ocupa basicamente três espaços distintos: “as áreas livres de uso público e potencialmente coletivas, as áreas livres particulares e acompanhando o sistema viário”.

Para Nucci e Cavalheiro (1999), as pessoas costumam associar a cobertura vegetal como uma função de satisfação psicológica e cultural, mas ela vai além: exerce funções físicas de estabilização dos solos, proteção de corpos hídricos, filtragem do ar, equilíbrio do índice de umidade, redução de ruídos e poeira em suspensão, obstáculo contra os ventos, ordenamento visual e organização dos espaços, entre outros.

A constituição das cidades traz consigo problemáticas profundas e complexas que envolvem formações morfológicas e sociais do espaço, além de se ligarem às relações de

poder. Fica claro que o espaço acolhe não só uma interpretação territorial, mas representa também o simbolismo político de quem tem acesso a ele e o porquê se diferem das mais diferentes formas, seja por um padrão de construção, de planejamento, de infraestrutura, de mobilidade ou de concentração de serviços (Silva, 2017). Nesse sentido, a distribuição da vegetação na cidade está relacionada com processos históricos, sociais ou até culturais e muitas vezes fica restrita às decisões da administração pública.

O crescimento demográfico e espacial, acelerado e exponencial, gera impactos ambientais, como a impermeabilização do solo e, conseqüente, a redução da vegetação, o que afeta diretamente o balanço energético das cidades (Pinto *et al.*, 2000). Essa expansão urbana e possíveis supressões de vegetação ocorrem de forma dinâmica, sendo difícil analisar estaticamente modificações ocorridas no decorrer do tempo. Para isso as técnicas de sensoriamento remoto contribuem efetivamente com a análise e elaboração de um diagnóstico que subsidie o planejamento do uso do solo das áreas urbanas.

Nesse contexto, o grande avanço nessa área foi a integração do conhecimento técnico-científico do sensoriamento remoto aplicado aos estudos da vegetação. Para isso, Rahman *et al.* (2000) propuseram uma nova concepção em relação à capacidade de mensurar o fluxo de dióxido de carbono da vegetação, por meio do modelo de sequestro florestal de carbono, o CO₂ flux. Esse modelo integra o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), capaz de avaliar a radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela vegetação verde com base nas bandas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo; com o PRI (*Photochemical Reflectance Index*), que representa o uso eficiente da luz no processo de fotossíntese (Gamon *et al.*, 1997).

Diante do exposto, esse trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da sazonalidade climática no fluxo de carbono da cobertura vegetal do município de Luís Eduardo Magalhães, Bahia, a partir da análise de alguns setores característicos da malha urbana, por meio do índice CO₂ flux. A partir disso, fornece bases para uma discussão sobre

a necessidade de um plano de arborização para geração de serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos, que são fundamentais para que tenhamos processos ecológicos de suporte, como o controle dos fluxos de carbono e umidade do solo, no intuito de buscar uma relação mais sustentável com o ecossistema urbano e uma maior qualidade de vida aos seus habitantes, além de fazerem parte de um conjunto de metas e ações estruturantes para os próximos anos, previstas pela ONU através dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e a nível local pelo Plano Diretor Municipal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentadas as etapas metodológicas desenvolvidas a partir do *software* SNAP, visando a avaliação sazonal do sequestro florestal de carbono em Luís Eduardo Magalhães por meio do índice CO₂flux, de forma a subsidiar a discussão sobre novas estratégias de planejamento da paisagem em escala urbana.

2.1. ÁREA DE ESTUDOS

O município de Luís Eduardo Magalhães, que se localiza na mesorregião Extremo Oeste Baiano, possui extensão territorial de aproximadamente 4.036,094 km² com uma população de 107.909 habitantes, conforme dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022). O município se destaca pelo maior crescimento populacional da Bahia, com uma população 79,31% maior do que em 2010.

A classificação de Köppen-Geiser, define o clima da região como semiárido quente, caracterizado por dois períodos distintos: um verão chuvoso e inverno seco, com média de temperatura variando de 30°,4 a 18°C (INMET, 2020). Segundo Souza *et al.* (2016), por meio da observação da sazonalidade da vegetação do bioma Cerrado, os dados de precipitação apontam uma dinâmica de vegetação fortemente influenciada pelo regime de chuvas.

A partir do padrão sazonal, constata-se a possibilidade de verificar os níveis de sequestro de carbono pelo comportamento da vegetação, por meio de imagens aéreas ou orbitais multiespectrais, que permitem que os padrões de reflectância pelos dosséis possam ser minimamente previstos (Sano *et al.*, 2019).

Outro fator que influenciou na escolha da área de estudos é a sua condição enquanto cidade do agronegócio, sendo a 6ª maior economia do estado e contribuindo com um PIB *per capita* anual de R\$ 77.935,76 (IBGE, 2020), apontada como maior exportador da Bahia, em culturas diversificadas que utilizam alta tecnologia, como a produção de soja (702.000 toneladas na safra 2020/2021), que faz rotação com milho (124.626 toneladas na safra 2020/2021), e de algodão (53.785 toneladas na safra 2020/2021) (IBGE, 2022).

O assentamento urbano apresenta uma grande proximidade entre as áreas agrícolas e a cidade, demonstrando o quanto é intrínseca a relação campo-cidade (Rios Filho, 2012). A agricultura convencional pode responder por altas taxas de emissão dos gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono e, conseqüentemente, o agravamento do aquecimento global (Sá *et al.*, 2017). Dessa forma, a área urbana possui no seu entorno uma grande fonte emissora de carbono e que também pode se tornar uma área de elevação de temperatura.

2.2. COLETA DE DADOS

A análise dos dados foi feita a partir da utilização de imagens de satélite e sensoriamento remoto, as quais possibilitam identificar o aumento da ocupação do solo e mudanças na paisagem. O sensoriamento remoto é uma tecnologia de coleta automática de dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres por meio da detecção e medição das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres, sem que haja contato físico entre sensor e alvo (Meneses, 2012).

Segundo Randolph (1998), torna-se uma ferramenta que permite trabalhar os

maiores problemas territoriais que afetam as sociedades contemporâneas, tais como o desflorestamento, a urbanização acelerada, a degradação ambiental, a mudança de clima, o aproveitamento racional do solo urbano e rural e de recursos naturais. Assim como, pode contribuir com mapeamentos, monitoramento ambiental, previsões de safras, cartografia, além de fornecer bases para o planejamento de cidades e para a produção de um retrato urbano que viabilize e oriente uma gestão territorial mais efetiva, tanto para novas áreas, quanto para aquelas já consolidadas e que, de fato, regulamente o uso e a ocupação das cidades, produzindo espaços urbanos com maior qualidade ambiental.

O critério utilizado na seleção das imagens foi a representação de diferentes estações do ano, para evidenciar o efeito sazonal. Foram escolhidas duas imagens, uma do período seco (agosto) e uma do período chuvoso (fevereiro). As imagens foram baixadas no portal da *Planet Labs*, sem necessidade de realizar etapas de pré-processamento, visto que as imagens já vêm corrigidas para reflectância de superfície, com 0% de cobertura de nuvens e georreferenciada no sistema de coordenadas UTM. Além disso, os dados foram radiometricamente calibrados com os dados do Sentinel-2. A única etapa de pré-processamento realizada foi a conversão de DN para valores de reflectância de superfície.

Desde seu primeiro lançamento, a partir de 2014, a *Planet Labs* já colocou em órbita cerca de 130 satélites iniciando uma constelação de sistemas sensores de alta resolução espectral de 3 m, cobrindo a faixa do VNIR. Atualmente as imagens *Planet* são obtidas pela constelação de satélites SuperDove, que fornece as imagens utilizadas neste trabalho. Essas imagens possuem uma resolução temporal de 24 horas (diária) (Planet, 2023). Desde meados de 2020 esses dados começaram a ser disponibilizados aos usuários com 8 bandas espectrais, sendo que cada banda possui um comprimento de onda central, bem como sua largura à meia altura, como indicado na Tabela 1. Bandas espectrais do PSB-SD [1].

Tabela 1. Bandas espectrais do PSB-SD [1].

Banda espectral	Comprimento de onda central (nm)	Largura à meia altura (FWHM)
1 – Azul costal	443	20
2 – Azul	490	50
3 – Verde 1	531	36
4 – Verde	565	36
5 – Amarelo	610	20
6 – Vermelho	665	31
7 – Borda do vermelho	705	15
8 – NIR	865	40

Fonte: Baptista; Ferreira, 2023

A escolha das imagens *Planet* se deu em razão de disponibilidade de alta resolução, criando dois transectos para observação de duas regiões de padrão econômico distintos. As duas cenas selecionadas contemplam o território dos bairros Santa Cruz (transecto A), como uma área pobre e bastante densificada, e Jardim Paraíso (transecto B), sendo uma área nobre com índices de permeabilidade maiores. As cenas foram capturadas em: período chuvoso – 08/02/2022 (Figura 1) e período seco – 29/08/2022 (Figura 2). Além disso, buscou-se também a observação de imagens com menor índice de nebulosidade dentre os dados disponíveis.

Figura 1. Imagem Planet do perímetro urbano de Luís Eduardo Magalhães em 08/02/2022



Fonte: Autora (2023).

Figura 2. Imagem Planet do perímetro urbano de Luís Eduardo Magalhães em 29/08/2022



Fonte: Autora (2023).

2.3. PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Todas as etapas de processamento de imagens foram realizadas no *software* SNAP 9.0. Desenvolvido pela agência Espacial Europeia (ESA), o *Sentinel Application Platform* (SNAP), um *software* livre e de código aberto que permite, explorar os componentes do produto como bandas e máscaras, informações dos *pixels*, gerar composições coloridas, realizar operações entre bandas, calcular índices espectrais, realizar a classificação de imagens, entre diversas outras funções (Marra, 2020). O sistema foi utilizado para os processamentos nas imagens *Planet* adquiridas para estimar o sequestro de carbono pela vegetação nos transectos definidos nas duas áreas escolhidas.

Para determinar a eficiência do processo de sequestro de carbono pela vegetação ao longo das duas datas e dos transectos traçados nas duas áreas escolhidas, utilizou-se o índice CO_2 flux, por meio da integração do NDVI (Índice de Vegetação de Diferenças Normalizadas) e sPRI (Índice de Reflectância Fotoquímica) reescalonado para valores positivos, os quais são baseados na detecção do nível de atividade fotossintética das plantas.

O critério de integração dos índices de vegetação NDVI e sPRI, foi proposto por

Rahman *et al.* (2000), e mede a eficiência do processo de sequestro de carbono pela vegetação e resulta no índice CO₂flux calculado de acordo com a Equação (1):

$$(1) CO_2flux = sPRI * NDVI$$

Essa metodologia foi aplicada com o intuito de identificar áreas de arborização urbana e maior sequestro de carbono, para geração de serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos.

A análise do fluxo de carbono sequestrado pela fotossíntese é importante para pesquisas de âmbito populacional e sua distribuição no espaço, mostrando como essa variável influencia diretamente a quantidade de carbono presente na baixa troposfera, também podendo ser relacionado à cobertura vegetativa, ilhas de calor e outros impactos ambientais. (Oliveira e Baptista, 2015).

O NDVI e o PRI são índices espectrais do tipo diferença normalizada. O NDVI, *Normalized Difference Vegetation Index*, ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, qualifica o crescimento da vegetação, mede o nível verde e a densidade (Britto, 2020). A vegetação robusta apresenta uma curva de reflexão espectral muito característica por um vale de absorção na faixa do vermelho e um pico de reflectância no início da faixa do infravermelho próximo, sendo assim, a diferença é expressa por um número, podendo variar de -1 a 1, e é calculado pelas bandas do infravermelho próximo (NIR) e vermelha (RED), conforme Equação (2):

$$(2) NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Assim, valores negativos indicam solo exposto, água ou construções e positivos, quanto maior o valor, mais representativa é a vegetação (Grohs *et al.*, 2009). A vegetação pouco saudável reflete mais luz visível (banda do vermelho) e menos luz infravermelha próxima (Kinyabjui, 2010). Esse índice é sensível a clorofila e fornece informações sobre

parâmetros biofísicos do dossel (Souza *et al.*, 2016).

O PRI, *Photochemical Reflectance Index*, ou Índice de Reflectância Fotoquímica, expressa a eficiência do uso da luz na função fotossintética (Gamon *et al.*, 1997), e detecta a resposta dos pigmentos do ciclo da xantofila a mudanças nas condições do ambiente e é calculado pelas bandas do verde 1 (GREEN 1) e verde (GREEN), além de ter seu valor variando de - 1 a 1, conforme Equação (3).

$$(3) PRI = \frac{(GREEN\ 1 - GREEN)}{(GREEN\ 1 + GREEN)}$$

O PRI (Equação 3) precisa de um reescalonamento para valores positivos, necessário para normalizar os dados de “verdor” da vegetação, sendo denominado nesta forma de sPRI (Equação 4).

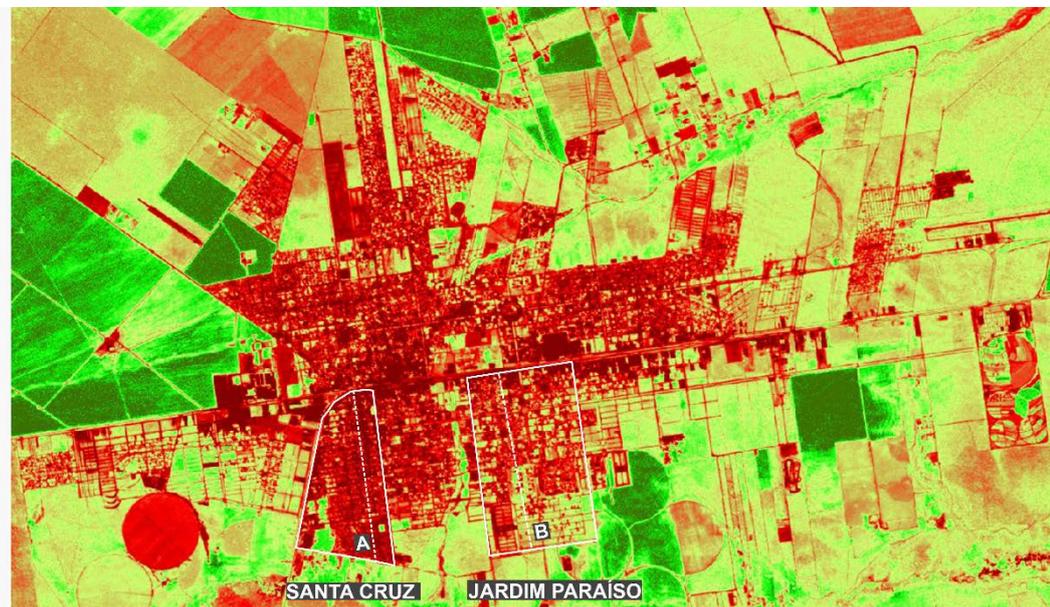
$$(4) sPRI = \frac{(PRI + 1)}{2}$$

A partir de tais informações é possível entender o funcionamento da integração desses índices, resultando no CO₂ flux para medir a eficiência do sequestro de carbono. Os dados foram exportados para o programa *Excel* para geração dos gráficos CO₂ flux.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

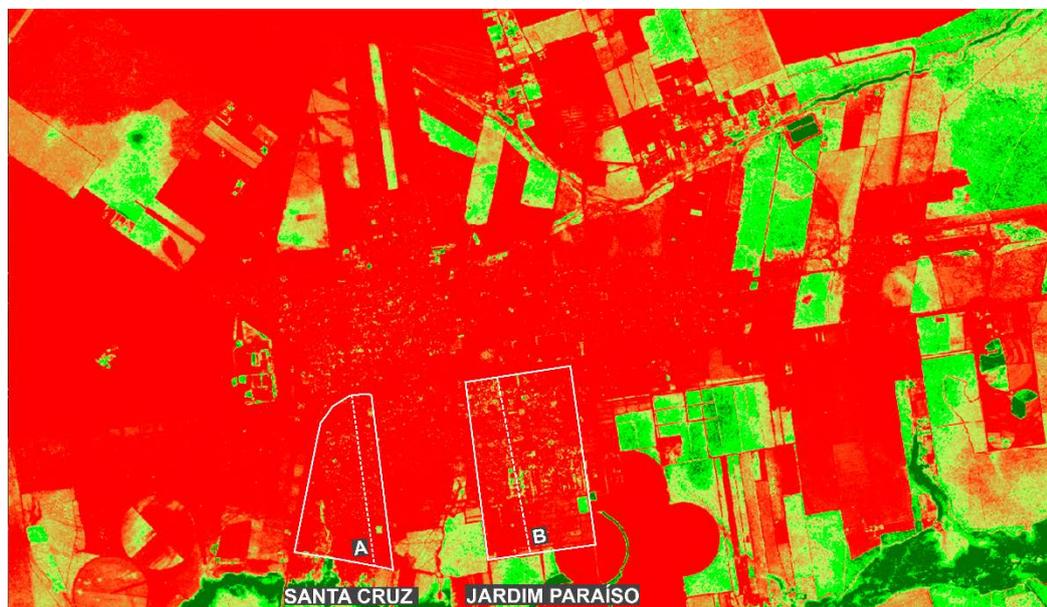
A imagem processada utilizando o *software* SNAP produziu resultados satisfatórios, considerando seus aspectos visuais, apresentados na Figura 3, composição colorida de toda cena durante o mês de fevereiro, e Figura 4, referente ao mês de outubro. Os valores de CO₂ flux denotam comportamento esperado em cada período do ano, atestando a potencialidade dos dados *Planet* para identificação do sequestro de carbono.

Figura 3. Imagem do perímetro urbano indicando as áreas de sequestro de carbono no mês de fevereiro de 2022



Fonte: Autora (2023).

Figura 4. Imagem do perímetro urbano indicando as áreas de sequestro de carbono no mês de outubro de 2022



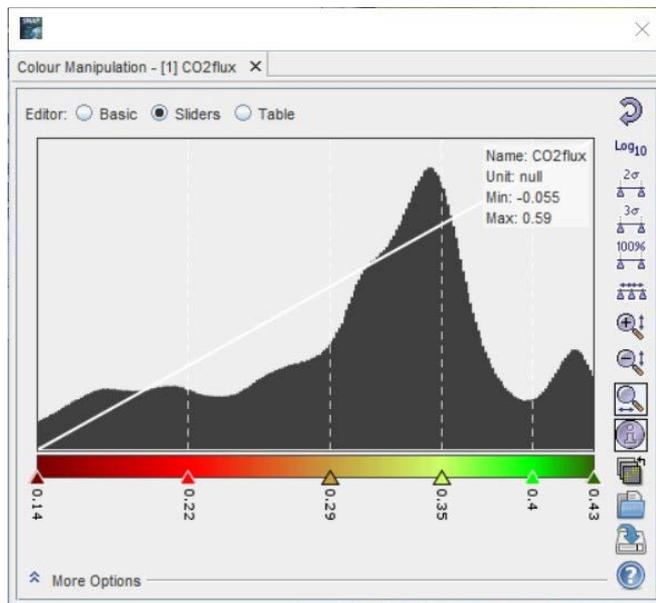
Fonte: Autora (2023).

As áreas em vermelho representam as zonas que não estão sequestrando carbono, ou seja, água, solo exposto ou construções, que geram zonas de calor e desconforto térmico, e não contribuem para prestação de serviços ecossistêmicos. Nas imagens pode-se fazer uma análise visual de como a área urbana de Luís Eduardo Magalhães, possui um baixo índice de cobertura vegetal, especialmente no período seco, onde as áreas de gramíneas e a vegetação arbustiva tendem a secar, o que é característico do bioma cerrado. Esse baixo índice de vegetação está diretamente ligado a qualidade de vida da população, não proporcionando um balanço térmico adequado das áreas urbanas. Além disso, é possível perceber como o entorno da cidade, também contribui para a geração de calor, sendo áreas agrícolas de solo exposto.

As regiões de amarelos e verdes, representam as áreas que estão fazendo fotossíntese, ou seja, gramíneas, vegetação arbustiva e arbórea, assim, quanto mais verde, mais expressiva é a vegetação. É evidente que são poucas as áreas arborizadas dentro da perspectiva intraurbana, mesmo no período chuvoso.

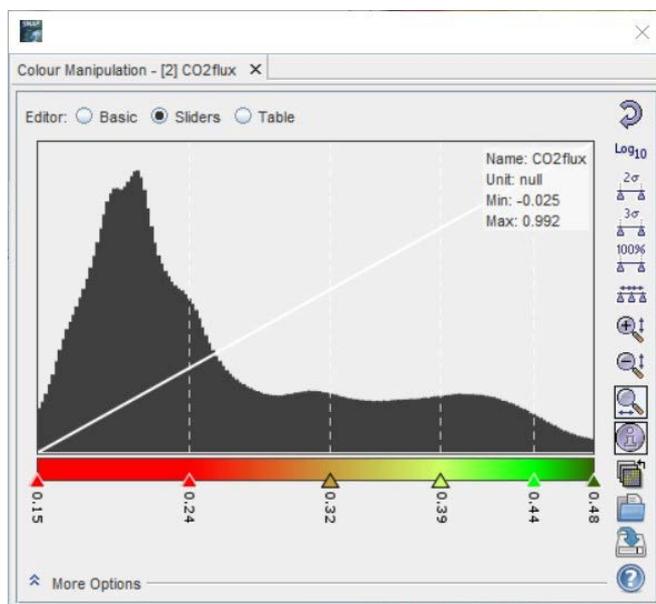
Por ser uma cidade de poucas décadas que teve uma expansão urbana acelerada, o município como um todo não apresenta uma cobertura arbórea tão expressiva. A massa verde se concentra principalmente nas vias arteriais, em canteiros centrais e em algumas áreas mais consolidadas. Através dos histogramas obtidos a partir do *software* SNAP, Figura 5 e Figura 6, é possível observar uma grande diferença na qualidade e quantidade de sequestro de carbono, fazendo uma comparação sazonal, onde as vegetações arbustivas e rasteiras secam totalmente no período de estiagem e a vegetação arbórea, embora seja mais resiliente, ainda assim reduz consideravelmente sua contribuição.

Figura 5. Histograma de Sequestro de Carbono em 08/02/2022



Fonte: Autora (2023).

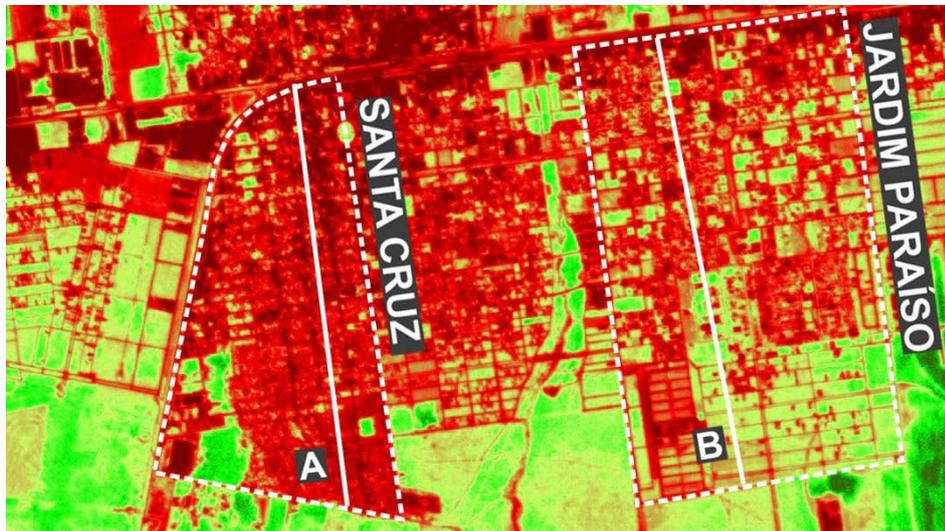
Figura 6. Histograma de Sequestro de Carbono em 29/08/2022



Fonte: Autora (2023).

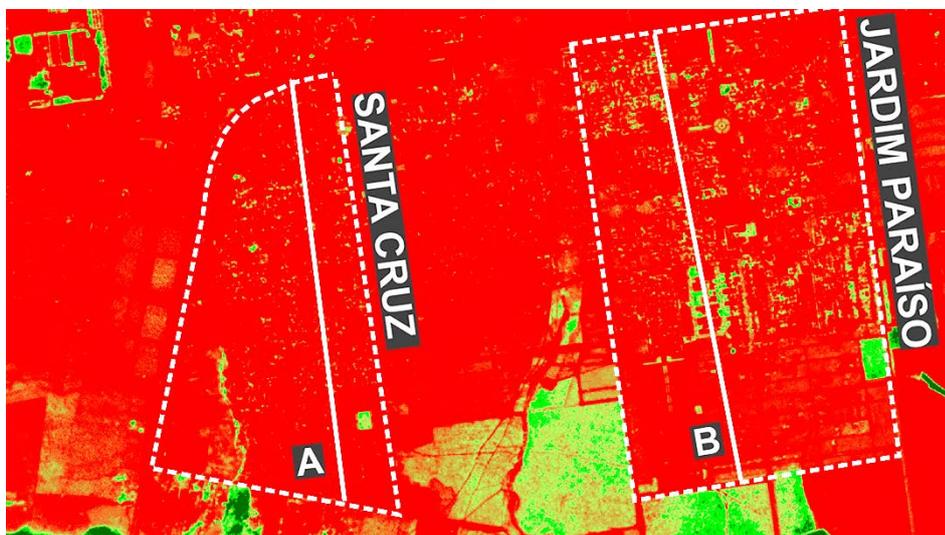
Duas regiões foram mais amplamente observadas, fazendo uma comparação socioespacial, em relação ao sequestro de carbono em ambas as áreas: Bairros Santa Cruz (transecto A) e Jardim Paraíso (transecto B), de baixo de médio-alto padrão respectivamente. O recorte aproximado dos transectos A e B podem ser observados na Figura 7 e Figura 8.

Figura 7. Imagem dos trasectos A e B indicando as áreas sequestro de carbono no mês de fevereiro de 2022



Fonte: Autora (2023).

Figura 8. Imagem dos trasectos A e B indicando as áreas sequestro de carbono no mês de outubro de 2022



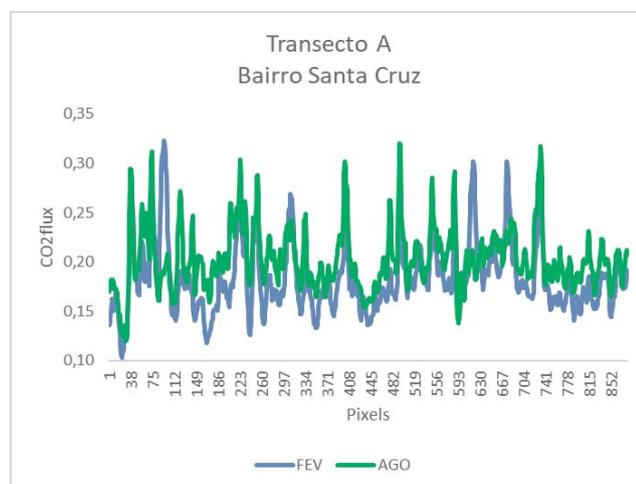
Fonte: Autora (2023).

As áreas mais nobres da cidade possuem índices maiores de vegetação por apresentarem áreas paisagísticas mais expressivas, gramados, maior taxa de permeabilidade do solo dentro dos próprios lotes, e menor densificação das construções. Já nas áreas mais pobres, o solo apresenta uma baixa permeabilidade, por conta da

grande densificação existente nesses loteamentos. O rápido e desordenado crescimento populacional e espacial, gera impactos ambientais dentro da perspectiva intraurbana, como ocupação do solo de forma mal distribuída, aumento de áreas impermeáveis e, conseqüente, redução da vegetação (Pinto *et al.*, 2000). De acordo com Mondardo (2013), a desigualdade na distribuição de renda se reverbera no espaço urbano quando o categoriza por áreas nobres e pobres.

A Figura 9 apresenta os valores de CO₂ flux ao longo do transecto A, referente à área mais densificada por residências de baixo padrão, Bairro Santa Cruz. Os pixels indicados são exemplos do comportamento de alvos selecionados. No gráfico são indicadas as suas respostas em valores de CO₂ flux, comparando os meses de fevereiro e outubro de 2022. Pode-se observar que a variação do período seco para o período chuvoso não é tão representativa, visto que embora o período seco reduza ainda mais a captação de CO₂, as áreas verdes nesses loteamentos ainda são pouco expressivas, o sequestro de carbono sofre pouca variação sazonal e o CO₂ flux chega a valores negativos. As áreas com vegetação herbácea, como por exemplo os gramados, têm o processo de fotossíntese tão prejudicado com a falta de chuvas, que resseca a ponto de sua resposta para o CO₂ flux se aproximar bastante, ou até se misturar, com a resposta de solo exposto.

Figura 9. Perfil Plot de CO₂ flux no período de fevereiro e agosto de 2022 para o Transecto A



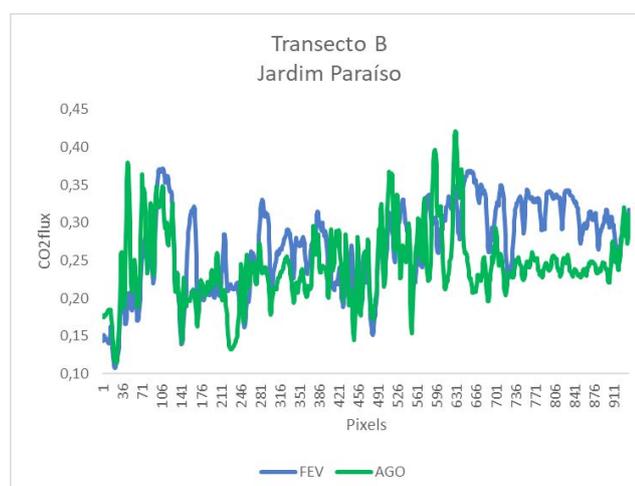
Fonte: Autora (2023).

A Figura 10 apresenta os valores de CO₂ flux ao longo do transecto B, referente à área nobre, Bairro Jardim Paraíso. Os pixels indicados são exemplos do comportamento de alvos selecionados. No gráfico são indicadas as suas respostas em valores de CO₂ flux, comparando os meses de fevereiro e outubro de 2022. Essa região, embora apresente uma parte mais urbanizada, possui um índice de cobertura vegetal mais expressivo e uma variação maior entre o período seco e chuvoso.

Conforme se avança pelo transecto B, ao longo do território pode-se notar claramente a diferença nos valores de CO₂ flux entre estação chuvosa e seca de cada ano. O mês de agosto apresenta valores menores que o mês de fevereiro, principalmente onde há ocorrência de vegetação herbácea. O sequestro de carbono nessas áreas é menor nos meses de seca, pois o processo de fotossíntese está comprometido pela falta de água.

O sequestro de carbono é maior no período chuvoso, momento em que a vegetação se encontra em plena atividade fotossintética, e menor no período seco, quando a vegetação sofre deficiência hídrica, em função dos efeitos da sazonalidade climática local. Além disso, o verdor dos gramados aumenta, o que aumenta também o sequestro florestal de carbono, justificando maiores valores de CO₂ flux no mês de fevereiro.

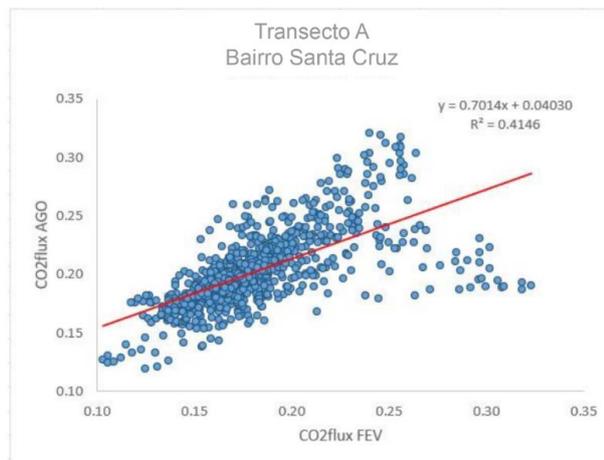
Figura 10. Perfil Plot de CO₂ flux no período de fevereiro e agosto de 2022 para o Transecto B



Fonte: Autora (2023).

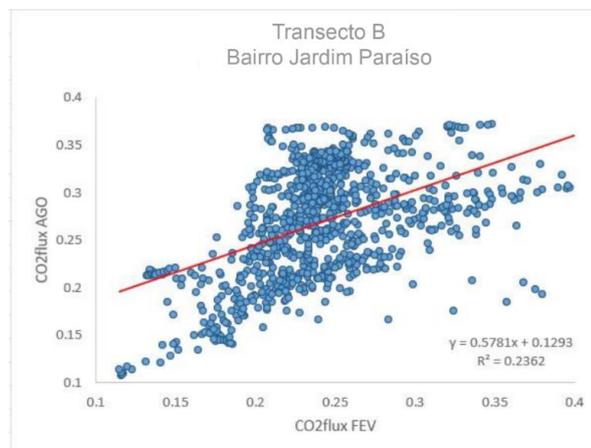
Por meio da regressão do transecto A (Figura 11) nas duas estações, relacionando a sazonalidade, foi possível concluir que o período seco é explicado pelo período chuvoso em 41% dos pontos na região mais pobre, ou seja, o período de fevereiro e agosto possuem pouca variação de sequestro de carbono. Já na região mais nobre, transecto B (Figura 12), a variação só se explica em 23% dos pontos, ou seja, é bem maior. Isso significa que o efeito da sazonalidade está secando essa vegetação no período seco, que aparece bem mais expressiva no período chuvoso.

Figura 11. Regressão CO_2 flux no período de fevereiro e agosto de 2022 para o Transecto A



Fonte: Autora (2023).

Figura 12. Regressão CO_2 flux no período de fevereiro e agosto de 2022 para o Transecto B



Fonte: Autora (2023).

Com isso, pode-se atestar que a regressão evidencia a diferença entre as áreas nobres e pobres em relação a quantidade de vegetação e, conseqüentemente, do fluxo de carbono. Também traz à tona a discussão da necessidade de pensar a vegetação arbórea como uma solução natural para mitigar o impacto das ondas de calor nas cidades.

A cobertura vegetal possui funções ecossistêmicas importantes que garantem um ambiente propício ao bem-estar da população, constituindo-se em elementos essenciais na paisagem urbana. A classificação internacional apresentada pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), conceitua serviços ecossistêmicos como benefícios obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Eles abrangem serviços de suporte, tais como formação do solo, fotossíntese e ciclo de nutrientes, e se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos, ocorrem no longo prazo e são necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos, tais como, serviços de provisão, são produtos obtidos a partir de ecossistemas, incluindo alimentos, água, madeira e fibras; serviços reguladores, incluem os benefícios obtidos do controle dos ecossistemas sobre os processos naturais, como inundações, doenças, resíduos e a qualidade da água; e serviços culturais, que fornecem benefícios recreacionais, estéticos e espirituais.

É possível, portanto, que as cidades sejam espaços que proporcionem maior qualidade ambiental se seu planejamento urbano e os próprios moradores, priorizarem e propiciarem a inserção de cobertura vegetal, pensando nos imensos benefícios que ela traz à vida urbana, como funções estéticas, ecológicas, socioeconômicas, educativas e psicológicas, que favorecem a manutenção e ampliação do sistema de florestas urbanas e a proteção da biodiversidade (Duarte, 2017; Junqueira, 2010).

O Plano LEM 50, apresentado junto ao Plano Diretor de Luís Eduardo Magalhães de 2017, apresenta um conjunto de metas e ações estruturantes a serem executadas nos próximos 35 (trinta e cinco) anos, incluindo metas para qualificação da cobertura vegetal em áreas urbanas. O tema da arborização também está relacionado com as diretrizes de

garantia do direito a cidades sustentáveis, um dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, proposto pela ONU, nos anos 2000, além de propiciar a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental (IPEA,2014).

A União Europeia também destaca algumas soluções de engenharia, que mimetizam os processos naturais, como jardins de chuva, telhado verde, *wetlands* e praça úmida, conhecidas como Soluções Baseadas na Natureza (SbN), que têm o potencial de limitar os impactos das mudanças climáticas, aumentar a biodiversidade e melhorar a qualidade ambiental. Ao mesmo tempo contribuem para atividades econômicas, criando áreas mais atraentes para investidores e para o bem-estar dos moradores (WRI, 2020).

De acordo com a SEMAGRO (2020), a adequada formulação e execução de Plano Municipal de Arborização Urbana se apresenta indispensável, não somente para o planejamento das ações e iniciativas relacionadas a implantação, ao diagnóstico, a manutenção e monitoramento das suas medidas concretas, mas também para o exercício do poder de polícia referente ao licenciamento e autorização de eventual poda, corte e substituição de árvores. A longo prazo, representa uma economia ao município, pois reduz eventuais indenizações por queda de árvores e galhos, reduz os custos de manutenção de arruamentos e calçamento, reduz os custos com iluminação pública e energia elétrica em prédios públicos, dentre inúmeros outros benefícios valoráveis e não valoráveis.

Além disso, estas ações por parte de uma gestão urbana se tornam imprescindíveis quando se trata de planejamento da paisagem urbana, pensando em uma justiça socioambiental, em que todos os indivíduos tenham acesso ao meio ambiente com qualidade, tendo o verde como elemento de bem-estar. As consequências da desigualdade socioambiental para a população marginalizada são significativas e afetam não apenas a saúde e o bem-estar, mas também o acesso a oportunidades econômicas e sociais (FIOCRUZ, 2023)

4. CONCLUSÃO

As ferramentas de sensoriamento remoto têm se provado muito eficazes para o monitoramento e planejamento de aspectos urbanos, como a quantificação da presença vegetação, e sequestro ambiental de carbono. Os resultados obtidos atestam a potencialidade do uso do CO₂ flux advindo das imagens *Planet*, pois foi possível identificar áreas com e sem vegetação, e diferenciar os estratos vegetativos considerando a variação socioespacial e sazonal, por sua dinâmica de vegetação fortemente influenciada pelo regime de chuvas, e a consequente variação da atividade fotossintética em cada período do ano.

O processo de urbanização das cidades, muitas vezes desconsideram questões importantes que impactam diretamente a qualidade de vida e dos espaços da cidade. Nesse sentido, a vegetação é um elemento essencial para que se tenha maior conforto térmico nos ambientes e maior resiliência diante as mudanças climáticas. Com isso, percebe-se a necessidade de se traçar indicadores de qualidade de serviços ambientais, a fim de possibilitar análises objetivas do grau de implantação de serviços ecossistêmicos urbanos, acessíveis a todos os indivíduos. Por se tratar de uma região que já tem uma pressão antrópica grande por atividade agrícola no seu entorno, devem ser ainda maiores os esforços para geração de áreas de incorporação de umidade do ar, o que destaca e reforça a importância de uma gestão municipal comprometida com o planejamento da paisagem e uma legislação de controle das atividades urbanas, ampliando-se qualitativa e quantitativamente a arborização de ruas e as áreas verdes, priorizando a utilização de espécies do bioma local.

5. REFERÊNCIAS

BAPTISTA, G.M.M; FERREIRA, G.H.S. **Avaliação do sensor PSB.SD da constelação PlanetScope, por meio de decomposição linear espectral e detecção de mudanças em áreas desmatadas na Amazônia.** Departamento de Geografia, Universidade de Brasília. Brasília. Vol. 20. 2023. 4p.

BRITTO, Marcela Dupont. **Potencialidade dos dados planetScope para a identificação da interferência antrópica em elementos do ciclo hidrológico no Campus Darcy Ribeiro.** 2020. 69 f., il. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CASTRO, K.B. et al.. **Caracterização Geomorfológica do município de Luís Eduardo Magalhães, oeste baiano, 1:100.000**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. **O Papel da Cobertura Vegetal nos Ambientes Urbanos e Sua Influência na Qualidade de Vida nas Cidades**. Desenvolvimento em Questão, v. 15, n. 40, p. 186, 2017.

FIOCRUZ, 2023. **Racismo Ambiental: as consequências da desigualdade socioambiental para as comunidades marginalizadas**. Disponível em: <https://cee.fiocruz.br/?q=racismo-ambiental-as-consequencias-da-desigualdade-socioambiental-para-as-comunidades-marginalizadas>. Acesso em: 7 set. 2023.

GAMON, J. A.; SERRANO, L.; SURFUS, J.S., **The Photochemical Reflectance Index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels**?. Oecologia, 1997.

GROHS, D. S.; BREDEMEIER, C.; Mundstock, C.M.; Poletto, N. **Modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor GreenSeeker**. Eng. Agríc, v. 29, n. 1, p. 101-112, 2009.

GOOGLE EARTH website. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 22 jul. 2023.

IBGE 2020, 2021, 2022. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/luis-eduardo-magalhaes.html>. Acesso em: 07 jun. 2023.

IPEA. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – Relatórios Nacionais de Acompanhamento**. Brasília: Ipea, 2014.

INMET 2020. **Clima: normais climatológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>. Acesso em: 19 jul. 2023.

JUNQUEIRA R. J. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como um dos requisitos exigidos pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC. **Análise da evolução das áreas verdes urbanas utilizando séries históricas de fotografias aéreas**. Florianópolis (SC) 2010.

KINYANJUI, M. J. (2011). **NDVI-based vegetation monitoring in Mau forest complex, Kenya**. African Journal of Ecology, 49(2), 165-174. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2010.01251.x>.

MAGALHÃES, Luís Eduardo. **Plano diretor de Luís Eduardo Magalhães. Lei de uso e ocupação do solo: estudos básicos**. Luís Eduardo Magalhães: Prefeitura de Luís Eduardo Magalhães, 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plataforma PROJETEEE: Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/>. Acesso em: 20 jul. 2023

MARRA, Aline Barroca. **Deteção e mapeamento de nematoides na cultura cafeeira por meio de imagens multiespectrais do MSI/Sentinel-2 e classificação baseada em aprendizado de máquina**. UNESP. Presidente Prudente. 2020.

MEA. **Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MENESES, Paulo Roberto. **Princípios do Sensoriamento Remoto**. In: Meneses, Paulo Roberto e Almeida, Tati de. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto: CNPq, 2012.

Mondardo, M. L. **Territórios Precários: Desequilíbrios entre o crescimento econômico e o desenvolvimento social no Oeste da Bahia**. ACTA Geográfica, Boa Vista, v. 7, n. 15, p. 85-101, mai./ago. 2013.

NUCCI, C.; CAVALHEIRO, F. **Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e método**. GEOUSP 6, São Paulo: Depto. de Geografia/USP, pp. 29-36, 1999.

OLIVEIRA, Marceli; BAPTISTA, Gustavo M. de Mello. **Variações na Modelagem do Fluxo de CO₂ na Área Metropolitana de Brasília, por meio de Dados OLI do Landsat 8**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 7, 2015, João Pessoa-PB. Anais...João Pessoa, Brasil. p. 323 -330.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. J.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. Ed. Rio de Janeiro: Editora Edgar Blücher, 2000.

PLANET. **Daily Satellite Imagery and Insights. Our Constellations**. Disponível em: <https://www.planet.com/>. Acesso em: 1º jul. 2023.

RAHMAN, A.; GAMON, J.; FUENTES, D.; Roberts, D.; PRENTISS, D.; & QIU, H. **Modeling CO₂ flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery**. AVIRIS Workshop, JPL/NASA, Pasadena, California, 2000. 8p.

RANDOLPH, Rainer. Parte II - **Os sistemas de informações geográficas: conceitos e aplicações**. SciELO Books. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1998.

RIOS FILHO, Jorge Ney Valois. **Segregação socioespacial na cidade do agronegócio de Luís Eduardo Magalhães (BA)** / Jorge Ney Valois Rios Filho. - Salvador, 2012.

Rodrigues, C. A. G.; Bezerra, B. C.; Ishii, I. H.; Cardoso, E. L.; Soriano, B. M. A.; Oliveira, H. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26p. (Documentos, 42).

Sá, João Carlos de Moraes; LAL, Rattan; Cerri, Carlos Clemente; Lorenz, Klaus; Hungria, Mariangela; Carvalho, Paulo César Faccio. **Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security**. Environment International, Amsterdam, v. 98, p. 102-12, oct. 2017. DOI: doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.020

Sano, E. E., Ponzoni, F. G., Baptista, G. M. M., Toniol, A. C., Galvão, L. S. e Rocha, W. J. S. F. **Reflectância da Vegetação**. In: Meneses, Paulo Roberto et al. Reflectância dos Materiais Terrestres. Brasília: Oficina de Textos. Cap. 6. p. 189- 223. 2019.

SEMAGRO - Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar. Superintendência de Meio Ambiente e Turismo. **ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, Campo grande, MS. 2020. 33p.

Silva, E. D. DA. **Cidade pra quem? discussões sobre o direito à cidade e o Estado de violência estrutural**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência Política) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

Souza, G.M; Gurgel, H.C; Ciamp P. M.; **Análise sazonal da vegetação do cerrado por meio de dados do sensor MODIS no Distrito Federal (Brasil)**. Boletim Goiano de Geografia [en linea]. 2016.

WRI, 2017. **Cities Can Save Money by Investing in Natural Infrastructure for Water**. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/cities-can-save-money-investing-natural-infrastructure-water>. Acesso em: 17 set. 2023.

ALKMIM, Julyene Fernandes¹; CORRÊA, Rodrigo Studart²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | julyenearquitectura@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável, Arquitetônica e Urbanística - Reabilita, Brasília, Brasil | rscorrea@unb.br

1. INTRODUÇÃO

A falta de planejamento urbano tornou muitas ruas das cidades brasileiras ambientes conflitantes, com pouca natureza e diversos problemas. Nessa perspectiva, tornar o meio urbano no Brasil um local verde e resiliente se configura como um grande desafio, logo digno de um espaço maior na pesquisa acadêmica (Silva, 2021). Entender a cidade como um “imenso laboratório de tentativa e erro” (Jacobs, 2017, p. 5) e buscar soluções visando à minimização dos problemas da urbanização é contribuir positivamente para uma cidade mais sustentável¹. Assim, a arborização urbana surge como uma estratégia que beneficia a urbe, pois ela cumpre papéis sociais, culturais, históricos, ecológicos e paisagísticos nos espaços públicos.

De acordo com o Relatório Mundial das Cidades de 2022, a previsão é de um intenso crescimento urbano nos próximos anos, com até 68% da população mundial morando em cidades até 2050 (UN-Habitat, 2023). Essa realidade já pode ser observada no território

¹ Na Agenda 2030, lançada durante a Habitat III em 2016, foi proposto como décimo primeiro objetivo “proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes” (Nações Unidas Brasil, 2023).

brasileiro, pois dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam uma contínua migração da zona rural para a urbana, com um total de 124.1 milhões de pessoas já residentes nas cidades brasileiras (IBGE, 2023). Outra tendência diz respeito ao deslocamento de pessoas para cidades de porte médio não metropolitanas. Essa reconcentração urbana posiciona os municípios como grandes protagonistas no cenário nacional, exigindo um olhar mais atento ao urbanismo dessas regiões para se solucionarem os problemas decorrentes do caótico processo de urbanização brasileiro (Stamm *et al.*, 2015).

Sendo assim, compreender o espaço “rua” como um espaço público de permanência, mobilidade, passagem e acesso, digno de uma qualidade ambiental para a promoção de uma pólis cada vez mais sustentável, permeia diversos assuntos e se torna um importante suporte para esta pesquisa. Lynch (2011) destaca os diversos elementos constituintes da cidade e a maneira pela qual ela é percebida por seus habitantes. O citado urbanista é um dos grandes defensores da relação estreita entre o homem e a paisagem urbana, pois para ele a percepção da cidade é individual e o estabelecimento de memórias e significados no espaço urbano é de suma importância. Elementos como a legibilidade, identidade e construção da imagem promovem clareza emocional para o usuário. Logo, vias arborizadas e com conectividade são atrativas, porque geram um maior grau de “imaginabilidade”² para os habitantes.

Jacobs (2017) associa a vitalidade nos bairros à qualidade das calçadas. Para a urbanista, bairros com um forte “espírito de vida pública” oferecem uma vigilância genuína e contínua dos habitantes e conseqüentemente uma sensação de maior segurança nas ruas. Tal fato acontece porque os moradores andam com uma maior frequência nas calçadas e por isso desenvolvem um sentimento de pertencimento do local e uma responsabilidade pública de cuidado mútuo é estabelecida, pois nessa configuração, todos se tornam conhecidos.

2 Kevin Lynch descreve “imaginabilidade” como “a característica, num objeto físico, que lhe confere uma alta probabilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador dado” (Lynch, 2011, p.11).

Para Gehl (2013), as diretrizes urbanísticas deveriam centrar os parâmetros de projeto nos usuários enquanto pedestres. Então, como forma de protesto contra as ideias modernistas de planejamento urbano da segunda metade do século XX, o arquiteto discorre em seu livro “Cidade para Pessoas” sobre a importância da escala humana nos espaços públicos. Em sua obra, o autor defende a importância da “cidade ao nível dos olhos”, sempre percebida de forma holística³ pelos planejadores.

Por conseguinte, analisadas as ponderações acima, conclui-se que promover uma mobilidade urbana sustentável⁴, por meio de um desenho urbano holístico, com segurança, conectividade e acessibilidade entre ruas são indicadores de um bom urbanismo (Lych, 2005; Jacobs, 2017; Gehl, 2013).

Nesse sentido, a arborização urbana se configura como um importante aliado na qualificação desses locais (Basso e Corrêa, 2014). Isso acontece porque na escala mais próxima ao humano está o microclima, porção em que os planejadores urbanos podem influenciar as condições climáticas (Romero, 2013; Lamberts *et al.*, 2014) e o desenho urbano (Silva, 2021). Soma-se a isso, o fato de diversos estudos de psicologia ambiental relacionarem o contato com paisagens naturais ao aumento do bem-estar humano, auxiliando assim o fator de resiliência no ambiente urbano (Gressler e Günther, 2013). Tais fatos contribuem positivamente para a consolidação e cumprimento da Agenda 2030 e impulsiona cada vez mais a importância desse assunto na literatura acadêmica brasileira.

Segundo Romero (2013), a vegetação auxilia na regulação da temperatura e, através do processo de fotossíntese, renova o ar e desempenha o papel de depuradora de contaminantes e poeira nas cidades, contribuindo para a redução da poluição. Ademais, a presença de árvores adultas, a depender da espécie, promove uma melhor fruição de espaços públicos, pois além de funcionar como um escudo protetor dos raios solares, a

³ Habitáveis, sustentáveis e saudáveis.

⁴ Realização de deslocamentos não motorizados, feitos a pé ou de bicicleta, em ambientes urbanos.

evapotranspiração do vegetal ameniza os efeitos mais extremos do clima e por consequência o torna termicamente mais confortável, associando a sombra da árvore à umidade do ar, conforme segue:

A orientação das ruas, procurando a sombra que permite a permanência no espaço público, pode ser obtida quando é lançado o traçado ou através da introdução de elementos que proporcionem este fator fundamental nas regiões tropicais. Os elementos podem ser a vegetação, os portais, as marquises, o alagamento de determinados trechos, as dimensões diferenciadas das calçadas.

A orientação que ofereça espaços ensolarados e espaços sombreados é a mais favorável; se acompanhada de vegetação ao lado do poente, auxilia consideravelmente a permanência no lugar ou o simples percurso do pedestre.

Os caminhos de pedestre devem ser curtos e sombreados, as superfícies gramadas devem substituir as pavimentadas para reduzir a absorção da radiação solar e a reflexão sobre as superfícies construídas. (Romero, 2013, p.107-108)

Basso e Corrêa (2014) ressaltam a existência de uma relação positiva entre a vegetação e o conforto ambiental em ruas e calçadas. Segundo os autores, espécies com portes mais elevados e boa densidade de sombreamento plantadas em calçadas podem reduzir significativamente as temperaturas superficiais decorrentes da radiação solar. Isso acontece porque as árvores absorvem a radiação incidente, liberam umidade para o ar durante o processo de evapotranspiração e por consequência influenciam a sensação de conforto térmico nas áreas próximas a elas.

Corroborando essa perspectiva, a falta de sombreamento das árvores acarreta o aumento do calor, pois os planos físicos dos espaços urbanizados absorvem os raios solares e liberam calor para o ambiente. Em áreas urbanizadas, um fenômeno climático conhecido como ilhas de calor é muito comum, provocam grandes desconfortos térmicos durante as diferentes estações do ano e afetam a saúde da população (Gartland, 2011). Para Amorim (2021), o planejamento urbano deve se atentar para a realização de projetos de rearboreção

com a contemplação de escolhas de espécies adequadas ao ambiente tropical, a fim de mitigar os efeitos nocivos das ilhas de calor em cidades. Isso deve ser aplicado especialmente nas urbes de pequeno e médio portes, pois elas são frequentemente esquecidas por esses tipos de estudos e, por isso, mais vulneráveis ao desconforto térmico. Tais fatos posicionam a vegetação como um elemento chave na reabilitação das cidades e na busca de tornar os espaços públicos locais ambientalmente qualificados e saudáveis (Amorim, 2021; Basso *et al.*, 2014; CEMIG, 2021; Nações Unidas Brasil, 2023; Romero, 2013; Silva, 2021).

Contudo, o plantio de espécies vegetais de forma aleatória e sem subsídios técnicos pode tornar o verde um elemento conflituoso dentro das cidades. Se plantadas em locais inadequados, as plantas afetam negativamente várias características espaciais urbanas, ao provocarem o deslocamento de pavimentos pelo crescimento das raízes, gerarem transtornos para as redes elétricas, devido as grandes copas, e atraírem espécies indesejadas da fauna. Tudo isso afeta a acessibilidade, caminhabilidade e pode ocasionar até mesmo acidentes na área urbana (Silva, 2021).

Nesse sentido, conhecer os problemas gerados pelo plantio inadequado de vegetações no meio urbano se torna fundamental (Silva, 2021). Por razões históricas e intrínsecas ao tema arborização urbana, existe uma grande complexidade na implantação de espécies vegetais em espaços livres e públicos (Esteves, 2018). A adaptação de árvores e arbustos deve ser muito bem compreendida no contexto urbano pelos profissionais do planejamento e desenho urbano para se assegurar a melhor intervenção possível na dinâmica da cidade, o bom desenvolvimento do vegetal e a integridade dos elementos físicos urbanos (CEMIG, 2021).

Historicamente, a flora brasileira foi negligenciada na arborização das cidades, muito em razão da cultura predominante durante o processo de colonização no Brasil. Até o século XIX, os colonizadores ainda desconheciam o manejo da maioria das espécies arbóreas nativas. Portanto, diversas espécies exóticas foram introduzidas nas cidades

brasileiras e muitas delas não se adaptaram ao novo ambiente. Atualmente, apesar dos esforços de valorização da flora nativa, essa realidade ainda se faz presente em muitas cidades brasileiras e isso reduz o potencial de uso do espaço urbano como locais de conservação da biodiversidade (Esteves, 2018).

Assim sendo, sem o respaldo de um suporte técnico e pela falta de orientação de prefeituras e planos diretores de arborização, a população atua de maneira empírica e planta árvores e arbustos nas cidades, muitas vezes em locais inadequados. Essa prática, geralmente, causa problemas na urbe, conforme segue:

Muitas ruas, cuja inexistência de árvores na origem provocou certa revolta aos seus moradores e transeuntes, como plantios de mais espécies pós-ocupação de forma empírica e pouco estudada, apresentam situações adversas, para não dizer estranhas, ao perfil local, com árvores gigantescas em calçadas de um metro de largura, panos gramados com pontuais arbustos em largas avenidas, fronteiras espinhentas próximas aos pedestres, plantas tóxicas desprotegidas, interferência de raízes em calçadas ou galhos em fiações elétricas, como elementos arbóreos frágeis e altos estacionados em redutos estreitos (Silva, 2021, p.109).

Tais adversidades muitas vezes resultam na poda drástica de árvores, porque elas, quando inadequadamente posicionadas, representam riscos à população local. A poda de árvores urbanas é uma prática comum e necessária, porque a remoção de determinadas partes da planta, contribui para a vitalidade do vegetal no local onde está inserido. As podas são feitas durante várias fases da vida do vegetal, pois árvores e arbustos precisam receber atenção necessária para que haja a garantia da segurança e o deleite de um aspecto visual agradável. Caso o manejo das plantas por meio de podas fitossanitárias, estéticas e outras não seja realizado durante o desenvolvimento vegetal, a poda de erradicação poderá ser necessária, caso a vegetação interfira de forma irremediável na infraestrutura urbana (CEMIG, 2021). Soma-se a isso, a questão de muitas prefeituras não destinarem investimentos necessários à implementação do verde urbano nas cidades brasileiras. O

planejamento urbano e a gestão política são elementos fundamentais para a vitalidade das cidades, incluindo planos e estratégias de arborização. Se essa parceria não for efetiva, a cidade ficará à mercê de problemas recorrentes e prejudiciais ao urbanismo.

Dessa forma, como maneira de corroborar a correta escolha de espécies na arborização urbana, há a necessidade de estudos sobre fitopatologias⁵ nas cidades. Ao averiguar essa situação, depreende-se a necessidade de estimular a correta implantação de árvores nas ruas. O conhecimento de situações adversas, ocasionadas pela implantação incorreta de árvores e arbustos nas cidades, auxilia de forma válida a ponderação de escolhas mais assertivas e adequadas para planos de arborização urbana.

Silva (2021) estrutura três grupos fitopatológicos centrais:

- a. **Fitopatologias ambiental-sanitárias:** afetam o conforto térmico, luminoso e acústico, ocorrência de intoxicações, interferência na sanidade vegetal e acolhimento de fauna hostil.
- b. **Fitopatologias físicas:** afetam as características físicas das urbes, como o deslocamento de pavimentos, interferências com a rede elétrica, prejuízos em edificações, encobrimento de sinalizações de trânsito e problemas causados pela queda de frutos.
- c. **Fitopatologias psicossociologias:** afetam questões relacionadas a psicologia ambiental.

Em face do exposto, por meio de um olhar paisagístico e urbanístico, questiona-se quais patologias a vegetação causa no meio urbano quando árvores e arbustos são plantados em locais inadequados.

5 Na botânica o termo é comumente usado e se refere a doenças ocorridas em plantas, contudo o vocábulo aqui empregado, mesmo quando não seguido do adjetivo “urbano”, está relacionado aos malefícios gerados à cidade quando espécies vegetativas são introduzidas de forma errada nos espaços públicos por meio de ações humanas.

2. OBJETIVO

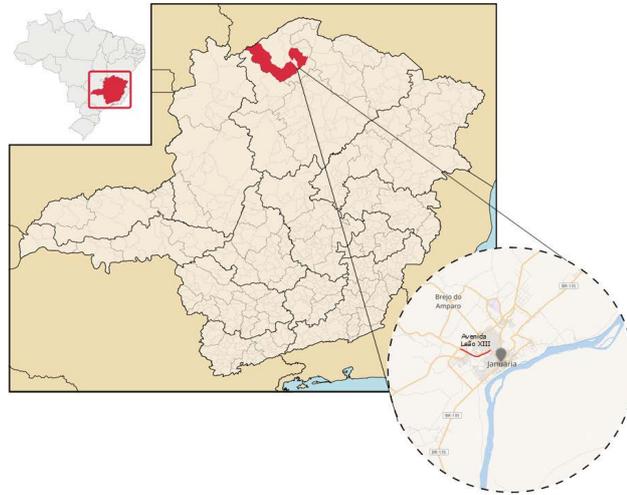
O presente trabalho pretende compreender como a rua pode se configurar como um espaço verde dentro da cidade e entender as problemáticas atuais da temática relacionadas a fitopatologias urbanas. O trabalho pretende ainda diagnosticar as principais patologias causadas pela vegetação na Avenida Leão XIII, Januária, Minas Gerais, visando contribuir para o planejamento de futuros planos e ações de arborização urbana.

3. MÉTODO

O processo de elaboração deste trabalho envolveu a busca na literatura sobre o tema “urbanismo sustentável” e “arborização urbana” em cidades brasileiras. Após a revisão de literatura, foi definido o tema “fitopatologias urbanas nas ruas” como cerne da pesquisa e a Avenida Leão XII, na cidade de Januária, Minas Gerais, como estudo de caso. Januária é classificada em um contexto de cidade com pequeno porte e carente de pesquisas nessa temática. Para ser mais assertivo na pesquisa, optou-se pela escolha da avaliação de fitopatologias físicas apenas. O objeto da pesquisa, a Avenida Leão XIII conta com cerca de 2,7 km de extensão em zona majoritariamente residencial, com poucos comércios e alguns equipamentos públicos comunitários (Figura 1).

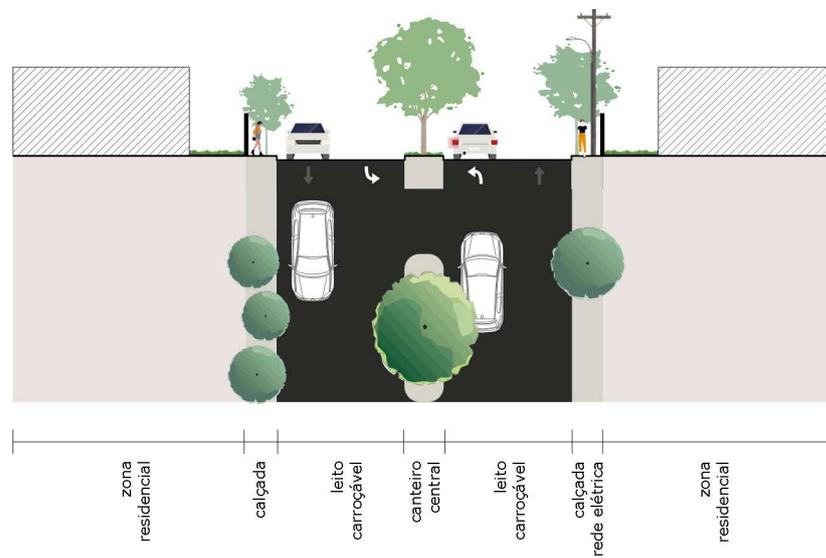
O perfil viário da citada avenida é de aproximadamente 14 m, mas com variações ao longo do percurso. O local inclui a presença de canteiros centrais separadores de pistas e calçadas em frente às residências (Figura 2). Existe ainda um percurso de 0,5 km de área não pavimentada (Figura 3). Esse trecho não foi considerado nessa pesquisa, pois não se configura como um equipamento urbano.

Figura 1. Localização de Januária em Minas Gerais e da área de estudo



Fonte: Adaptado de Wikipédia. Disponível em < https://pt.wikipedia.org/wiki/Janu%C3%A1ria#/media/Ficheiro:MinasGerais_Municip_Januaria.svg > Acesso em: 18 set. 2023

Figura 2. Exemplo de perfil viário encontrado na área de estudo



Fonte: Autora (2023).

Ao longo da Avenida Leão XIII foram identificados árvores e arbustos em que foram avaliadas as patologias que porventura os espécimes estavam causando nas calçadas, redes elétricas e demais equipamentos urbanos.

O hábito das plantas foi classificado conforme Salvatí (1993):

- a. **Espécies arbóreas:** plantas com altura superior a cinco metros e caule autoportante. São divididas em 1) árvores e 2) palmeiras. As árvores possuem estrutura ramificada, caule único e folhas laminares de diversas formas. Já as palmeiras, são elementos vegetativos com caule único e rosetas na parte superior com folhas alongadas e pinadas.
- b. **Espécies arbustivas:** plantas lenhosas com altura inferior a cinco metros.

O levantamento de campo ocorreu em 17/6/2023 e foi iniciado no canteiro central da Avenida Leão XIII, localizado próximo ao cemitério e o ponto de referência espacial usado foi o SESC (Serviço Social do Comércio) da cidade (Figura 2). O primeiro levantamento ocorreu entre as 7h e 10h da manhã, quando foram coletados os tipos vegetais dos canteiros centrais e estacionamento. O segundo levantamento ocorreu no horário entre 17h e 18h30 nas calçadas das residências.

Figura 3. Figura da área de estudo



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023)

No dia do levantamento foram registradas em fotos cada espécime vegetal. Posteriormente foram identificadas as espécies não identificadas no local.

Para o trabalho de campo, foram avaliados os seguintes parâmetros:

- a. **Deslocamento de pavimento:** calçadas danificadas por raízes.
- b. **Interferência com a rede elétrica:** toque dos galhos nos condutores ou copas desfiguradas para a passagem das fiações elétricas.
- c. **Interferência com as edificações:** muros com trincas ou algum tipo de ruptura física notoriamente causada por raízes ou copas.
- d. **Interferência com a sinalização de trânsito:** galhos atrapalhando a visibilidade de placas de trânsito.
- e. **Problemas causados por frutos:** árvores frutíferas influenciando negativamente a pavimentação, automóveis ou edificações.

Com a ficha de campo em mãos, a análise foi feita pela observação das interferências das estruturas vegetais sobre a estrutura dos elementos urbanos acima citados. Quando

constatada a interferência, ela foi pontuada com um “+” na ficha de campo e quando não, o símbolo usado foi “-”. Nos casos em que a avaliação não se aplicava, foi colocado um “ns” na ficha de campo (Apêndice A).

As plantas dispostas em frente a lotes vazios, sem edificações, pavimentação, calçada e meio-fio foram desconsideradas, porque esses espaços não se apresentavam urbanizados adequadamente. Além disso, os tipos vegetais com altura inferior a 50 cm também foram desconsiderados, apesar de a idade das plantas não ter sido considerada nesta pesquisa.

Os dados foram tabulados em uma planilha do Excel e posteriormente foram organizados em tabelas do programa Word para a apresentação neste trabalho. Os resultados mais significativos foram representados em gráficos, em que foi possível apontar as espécies com maiores incidências de erros de implantação e problemas urbanos de fitopatologias físicas.

3.1. ESTUDO DE CASO

A cidade de Januária está localizada às margens do Rio São Francisco, no norte de Minas Gerais e possui 65.130 mil habitantes. O município se situa em área de ecótono entre os biomas Caatinga e Cerrado, com grande incidência de Veredas na extensão do município (Silva *et al.*, 2017).

De acordo com dados do IBGE (2023), 83,9% dos domicílios urbanos estão localizados ao longo de vias públicas com arborização. No entanto, apenas 3,7% deles são servidos por calçadas e pavimentação.

3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

O município de Januária localiza-se ao norte do estado de Minas Gerais, 15°29'16" Sul e 44°21'43" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o Tropical Aw com verão quente e inverno seco (Alvares *et al.*, 2013). Na cidade pode-se experimentar

desconforto térmico por conta das altas temperaturas diurnas, minoradas no período noturno. Soma-se a isso, altos valores de amplitudes diárias, radiação difusa intensa no verão e menor no inverno, e forte perda por radiação noturna no período seco.

A temperatura média anual no município é 24,2 °C. O mês de outubro é o mais quente, com a média de 26,1°C, e o mês de julho é considerado o mais frio, com média de 21,2°C. A temperatura máxima absoluta registrada foi de 41°C em 1963 e a mínima de 7,7°C em 1988. Já as chuvas concentram-se entre os meses de outubro a março, com máximo no mês de dezembro (174,1 mm) e o total médio anual atinge 826,5 mm (Silva *et al.*, 2017).

A umidade relativa do ar em Januária é em média 65,4% no verão. Contudo, no período da seca, a umidade relativa pode chegar a 48,6%. Esse período coincide com os meses mais quentes, agosto e setembro, quando há aumento da temperatura. Em relação aos ventos, a predominância é no sudeste e leste no inverno seco e noroeste no verão chuvoso.

3.1.2. ASPECTOS LEGAIS PERTINENTES AO VERDE URBANO

No município de Januária, existe um Plano Diretor, implementado pela Lei Complementar nº. 68/2008. Esse documento é de difícil acesso e não se encontra disponibilizado na página da Câmara Municipal até a conclusão deste trabalho. Todavia, Pimenta *et al.* (2021) destacam a brevidade do documento em relação a arborização urbana, o qual se restringe a apenas estabelecer multas caso o corte de árvores não seja previamente aprovado pelo Conselho Municipal do Meio Ambiente. Todavia, a Lei Federal nº. 9.605/1998, em seu artigo 49, considera crime destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia.

Na cidade de Januária, as ações de plantio de mudas de árvores e arbustos são realizadas pela sociedade civil, muitas vezes em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Januária (Pimenta *et al.*, 2021). Esse tipo de ação está regulamentado na

Portaria IEF nº. 93 de 9 de agosto de 2017 e funciona por meio de um cadastro na unidade regional. Após o preenchimento das informações, o cidadão ou instituições públicas e privadas interessadas em plantar árvores ou arbustos contatam o horto da cidade, que verifica a disponibilidade de mudas de espécies nativas e exóticas, que são doadas ou permutadas (IEF, 2023).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

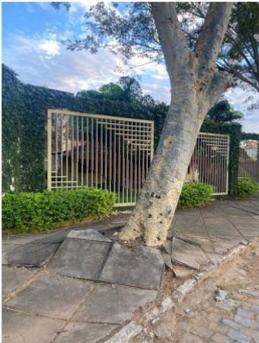
Foram encontrados 189 espécimes vegetais de 36 espécies na área de estudo, incluindo árvores e arbustos (Apêndice A). As árvores de número 1 a 12 estão localizadas no canteiro central da Avenida Leão XIII, que não é pavimentado. As árvores 13 a 18 estão localizadas no canteiro do estacionamento próximo ao cemitério da cidade, e as árvores 16, 17 e 18 interferiam no piso do estacionamento. As plantas de 1 a 141 estavam dispostas nos canteiros centrais de separação da Avenida Leão XIII e as árvores 142 a 162 estavam dispostas em calçadas do lado direito da via. Finalmente, as plantas de número 163 a 189 estavam dispostas em calçadas, do lado esquerdo da via, sentido da sede do Serviço Social do Comércio (SESC). Conforme verificado durante o levantamento de campo, a Avenida Leão XIII é majoritariamente vegetada por elementos arbóreos e arbustivos adultos, com a arquitetura das plantas bem definidas pelo estipe, folhas e frutos. Contudo, há ocorrências de tipos vegetais em fase inicial de desenvolvimento.

Um problema comum em muitas cidades brasileiras e que foi observado durante levantamento, foi a interferência de copas de árvores com a rede de energia da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), porque ambas estão instaladas no lado direito da via. Essa questão é relevante, pois todas as árvores implantadas nesse lado da rua apresentaram interferências com a rede elétrica. De acordo com CEMIG (2011), qualquer tipo de contato de árvores com redes elétricas convencionais desprotegidas pode causar interrupção do circuito elétrico. Em casos mais graves, pode ocorrer o rompimento do condutor,

interrupção do fornecimento de energia e iluminação pública, além da possibilidade de prejuízos pela queima de equipamentos das residências. O indicado nesses casos seria o planejamento prévio para a escolha de espécies de pequeno porte, que não atinja a altura da rede de cabos elétricos, ou espécies que apresentem a copa bem acima dessa rede, de arquitetura compatível com o equipamento público. A escolha de espécies arbóreas com porte e arquitetura de copa compatíveis com a função desejada é essencial para o sucesso de projetos de arborização urbana (Basso *et al.*, 2014; CEMIG, 2021; Romero, 2013; Silva, 2021).

A cidade é um organismo complexo e todas as partes devem estar interconectadas para uma convivência mútua benéfica entre os sistemas. Ao pensar na cidade, além das considerações aludidas, os planejadores urbanos devem considerar a arborização urbana com espécies que se adaptem ao ambiente urbano e que sejam compatíveis com o mobiliário urbano, passagem de pedestres e raízes que não danifiquem pavimentos, bueiros, redes de cabeamento, distribuição de água e esgoto (Silva, 2021). Contudo, o que se observa nas urbes são diversas situações em que houve falta de planejamento. Nesse caso, a vegetação urbana deixará de ser uma aliada e ocasionará percalços na dinâmica urbana. Essa situação foi verificada em alguns locais da área de estudo, conforme listado no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Fitopatologias físicas

Deslocamento de pavimento	Interferência com a rede elétrica	Interferência com a sinalização de trânsito
<i>Albizia polycephala</i> Monjolo	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Cega Machado	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Tamboril
		

Fonte: Autora (2023).

No primeiro exemplo do Quadro 1, observa-se a implantação da *Albizia polycephala* (Monjolo) em uma calçada de uma residência. Essa espécie endêmica e ornamental possui como características morfológicas o limite de altura até 14 m e diâmetro do tronco limitado a 60 cm. De acordo com Lorenzi (2002), é uma ótima espécie para arborização urbana de ruas e praças devido ao bom sombreamento. No entanto, como observado no Quadro 1, houve um erro de implantação do vegetal, que ocasionou o deslocamento do pavimento. Tal situação além de comprometer a beleza do espaço ainda gera empecilhos aos transeuntes.

No segundo exemplo do Quadro 1, foi plantada em área não pavimentada uma espécie de *Physocalymma scaberrimum* (Cega Machado) em frente ao pátio da sede da polícia civil da cidade. Essa espécie, nativa do Cerrado, atinge altura de até 25 m. Em solos pouco férteis, todavia, ela se desenvolve como uma planta de pequeno porte. O tronco dessa espécie é único ou dividindo-se até cinco vezes (Carvalho, 2010). Na situação citada no Quadro 1, a arquitetura da planta indica que ela sofreu poda drástica de um de suas ramificações para se evitar a interferência com a rede elétrica. Dessa forma, o aspecto cênico, o equilíbrio e as funções fisiológicas da planta ficaram comprometidos como resultado de sua implantação em local inadequado.

No terceiro exemplo do Quadro 1, um espécime de *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril) foi implantado em um canteiro central não pavimentado. Essa espécie pode atingir entre 20 m e 30 m de altura e os troncos de 80 cm a 160 cm de diâmetro (Lorenzi, 2002). Por dispor de uma arquitetura ampla e frondosa, a árvore plantada próximo à rua prejudicava a plena visualização de uma placa de indicação instalada sobre a via.

Outro problema diagnosticado em campo foram árvores com áreas insuficientes de solo livre no entorno delas. Quando a espécie não dispõe de uma coroa suficiente, as raízes não se desenvolvem e muitas vezes acabam apresentando problemas nas cidades por conta dessa prática (CEMIG, 2021). Na situação exemplificada na Figura 4, existe uma grande probabilidade de a calçada ser deslocada pelas raízes da espécie *Ceiba speciosa* (Paineira).

Essa espécie ornamental é de grande porte e pode atingir 30 m de altura e troncos com até 120 cm de diâmetro (Figura 4).

Figura 4. Coroas insuficientes para arborização urbana



Fonte: Autora (2023).

As maiores quantidades de árvores encontradas na Avenida Leão XIII são das espécies *Azadirachta indica* (67) e *Licania tomentosa* (27) (Tabela 1). *Azadirachta indica* (Nim) é espécie exótica ao Brasil, cresce bem em climas tropicais, contribui no controle de pragas, possui uma copa frondosa e está sempre verde. O porte da árvore, quando em condições favoráveis pode atingir até 20 m, com tronco variando de 30 cm a 80 cm de diâmetro. Essa espécie interfere em pavimentos, apesar de as raízes penetram profundamente o solo (Mossini *et al.*, 2005). *Licania tomentosa* (Oiti) é uma árvore amplamente utilizada na arborização urbana no Brasil, pois detém uma copa densa e fornece bom sombreamento. Ela atinge até 20 m de altura e tronco com 30 cm a 50 cm de diâmetro (CEMIG, 2021). Todavia, essas duas espécies foram plantadas em locais inadequados e as patologias causadas por elas foram frequentes na Avenida Leão XIII (Tabela 2).

Tabela 1. Quantidade de espécies identificadas

Número da espécie	Nome Científico	Nome Popular	Árvores	Quantidade
I	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	1,2,3,10,11,12,13,15,43,52,53,59,60,61,62,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,82,83,88,89,90,91,96,98,99,104,105,106,107,108,109,110,113,115,117,118,119,120,122,123,124,125,126,127,128,134,135,146,147,148,153,154,155.	67
II	<i>Albizia lebbbeck</i>	Batata Frita	4,18.	2
III	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	5.	1
IV	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódea	6,8,9,100,116,129.	6
V	<i>Terminalia sp.</i>	Capitão do Mato	7.	1
VI	<i>Gmelina arborea</i>	Guimelina	14.	1
VII	<i>Inga marginata</i>	Ingá	16,17,79,80,186.	5
VIII	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	19,24,25,36.	4
IX	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	20,21,22,23,38,44,49,50,55,94, 95, 121,131,132,133,142,143,144,163, 164,165,166,167,168,185,187,188.	27
X	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	26,40,42,48,139,141,170,171,172, 174.	10
XI	<i>Juniperus chinensis Stricta</i>	Tuia strickta	27.	1
XII	<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira rosa	28,181,182,183,184.	5
XIII	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	29,30,31,32,33,34,35,93, 103,114,161,162.	12
XIV	<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	37,175.	2
XV	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	39, 56,111,112.	4
XVI	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	41,81,85,130,151.	5
XVII	<i>Mangifera sp.</i>	Magueira	45,47.	2
XVIII	<i>Malpighia sp.</i>	Aceroleira	46.	1
XIX	<i>Ficus benjamina</i>	Figueira	51,57,58.	3
XX	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira do Piauí	54,145,169.	3
XXI	<i>Phoenix sp.</i>	Tamareira	63.	1
XXII	<i>Acacia farnesiana</i>	Esponjinha	84.	1
XXIII	<i>Ziziphus joazeiro</i>	Juazeiro	86.	1
XXIV	<i>Terminalia fagifolia</i>	Capitão do Cerrado	87.	1
XXV	<i>Jacaranda ulei</i>	Carobinha	92.	1
XXVI	<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim manga	97,101,102.	3
XXVII	<i>Thevetia thevetioides</i>	Chapéu de Napoleão	136,137,138.	3
XXVIII	<i>Ficus sp.</i>	Figueira	140.	1
XXIX	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Cega Machado	149.	1
XXX	<i>Platypodium elegans</i>	Canzileiro	150.	1
XXXI	<i>Dracaena marginata</i>	Dracena	152.	1 ⁶

⁶ conjunto de 12 indivíduos de Dracena plantados em frente a uma residência.

XXXII	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	156,157,158,159,160.	5
XXXIII	<i>Ixora chinensis</i>	Ixora chinesa	172.	1
XXXIV	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapa	176,178.	2
XXXV	<i>Albizia polycephala</i>	Monjolo	177,179,180.	3
XXXVI	<i>Ipomoea carnea</i>	Algodão Bravo	189.	1

Fonte: Autora (2023).

Tabela 2. Tabela de ocorrências de fitopatologias físicas por espécies

Número da espécie	Nome Científico	Nome Popular	Deslocamento de pavimento	Interferência com a rede elétrica	Interferência com as edificações	Interferência com a sinalização de trânsito	Problemas causados por frutos
I	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	16	7	0	0	0
II	<i>Albizia lebeck</i>	Batata Frita	1	1	0	0	0
III	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	0	0	0	1	0
IV	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódea	0	0	0	0	0
V	<i>Terminalia sp.</i>	Capitão do Mato	0	0	0	0	0
VI	<i>Gmelina arborea</i>	Guimelina	0	0	0	0	0
VII	<i>Inga marginata</i>	Ingá	4	2	0	0	0
VIII	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	0	0	0	0	0
IX	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	11	6	0	0	0
X	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	0	0	0	0	0
XI	<i>Juniperus chinensis Stricta</i>	Tuia strickta	0	0	0	0	0
XII	<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira rosa	4	0	0	0	0
XIII	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	0	0	0	0	0
XIV	<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	2	0	0	0	0
XV	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	0	0	0	0	0
XVI	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	0	1	0	0	0
XVII	<i>Mangifera sp.</i>	Magueira	1	0	0	0	0
XVIII	<i>Malpighia sp.</i>	Aceroleira	0	0	0	0	0
XIX	<i>Ficus benjamina</i>	Figueira	0	0	0	0	0
XX	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira do Piauí	0	0	0	0	0
XXI	<i>Phoenix sp.</i>	Tamareira	0	0	0	0	0
XXII	<i>Acacia farnesiana</i>	Esponjinha	0	0	0	0	0
XXIII	<i>Ziziphus joazeiro</i>	Joá	0	0	0	0	0
XXIV	<i>Terminalia fagifolia</i>	Capitão do Cerrado	0	0	0	0	0
XXV	<i>Jacaranda ulei</i>	Carobinha	0	0	0	0	0
XXVI	<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim manga	0	0	0	0	0
XXVII	<i>Thevetia thevetioides</i>	Chapéu de Napoleão	0	0	0	0	0
XXVIII	<i>Ficus sp.</i>	Figueira	0	0	0	0	0
XXIX	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Cega Machado	0	1	0	0	0
XXX	<i>Platypodium elegans</i>	Canzileiro	0	1	0	0	0
XXXI	<i>Dracaena marginata</i>	Dracena	0	0	0	0	0
XXXII	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	0	0	0	0	0
XXXIII	<i>Ixora chinensis</i>	Ixora chinesa	0	0	0	0	0
XXXIV	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapa	2	0	0	0	0
XXXV	<i>Albizia polycephala</i>	Monjolo	3	0	0	0	0
XXXVI	<i>Ipomoea carnea</i>	Algodão Bravo	0	0	0	0	0

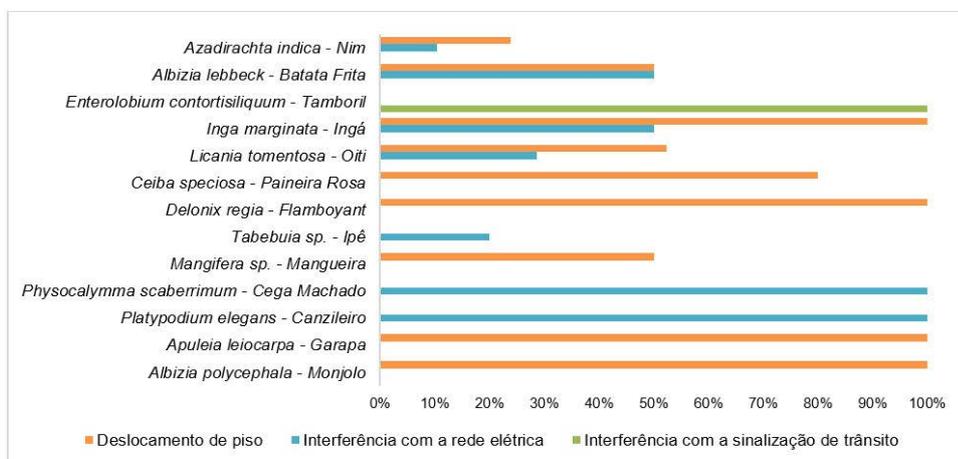
Fonte: Autora (2023).

Das 67 árvores de Nim (*Azadirachta indica*) encontradas na Avenida Leão XIII, aproximadamente 24% causaram deslocamento de piso e 10% apresentavam interferência

com a rede elétrica (Figura 5). Dos 27 Oitis (*Licania tomentosa*) presentes na mesma avenida, aproximadamente 41% causaram patologias em pavimentos e 22% apresentaram interferência com a rede elétrica. Dos dois espécimes de *Albizia lebbek* (Batata Frita) encontrados, um causou deslocamento de piso e o outro interferia com a rede elétrica. O espécime de *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril) encontrado em um canteiro sem piso encobria parcialmente uma placa de sinalização. Os dois espécimes de *Apuleia leiocarpa* (Garapa) e os três espécimes de *Albizia polycephala* (Monjolo), localizados na calçada de uma residência, apresentaram interferências negativas com o piso por conta de suas raízes. Todos os espécimes de *Physocalymma scaberrimum* (Cega Machado) e *Platypodium elegans* (Canzileiro) localizados no lado direito da Avenida Leão XIII interferiam com a rede elétrica instalada ao longo da via (Figuras 5).

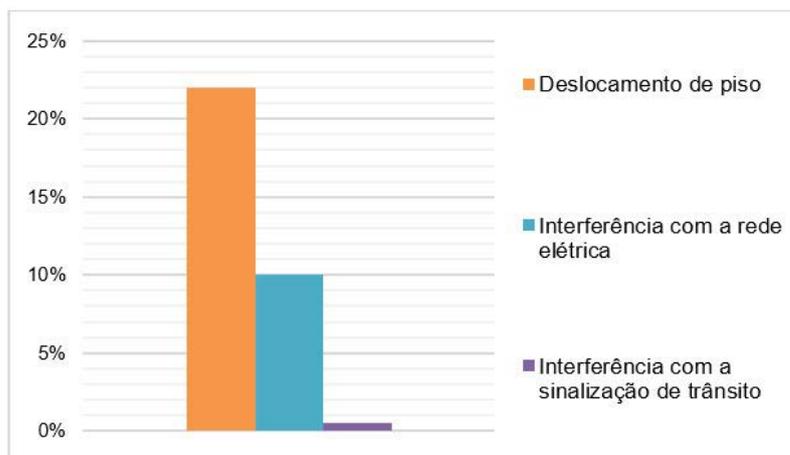
No âmbito geral, exposto na Figura 6, a maior incidência de fitopatologias urbanas observadas na Avenida Leão XIII relacionam-se ao deslocamento do pavimento pelas raízes das plantas. Dentre as 189 árvores e arbustos encontrados na Avenida Leão XIII, 22% causavam danos a pavimentos, por terem sido plantados em locais inadequados. Pelo mesmo motivo, 10% das árvores encontradas na área de estudo interferiam na rede elétrica e o único espécime de *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril) existente na Avenida encobria parcialmente a sinalização de trânsito. Não foram constadas interferências da vegetação com edificações nem problemas causados por frutos.

Figura 5. Ocorrências de fitopatologias físicas por espécie levantada na Avenida Leão XIII



Fonte: Autora (2023).

Figura 6. Fitopatologias físicas urbanas encontradas na Avenida Leão XIII



Fonte: Autora (2023).

5. CONCLUSÃO

Januária é uma cidade onde existe a necessidade de uma arborização urbana efetiva devido ao clima quente e seco, mas carente de políticas públicas voltadas ao tema. Dada a complexidade de implantação da vegetação no meio urbano, ações pontuais de plantio não configuram como uma boa estratégia de urbanismo sustentável. O levantamento da situação da arborização da Avenida Leão XIII revelou a presença de 189 espécimes arbóreos e arbustivos de 36 espécies dos quais 22% causavam patologias urbanas em pavimentos

e 10% interferiam com a rede elétrica que cruza a Avenida. Os resultados revelaram que algumas espécies vegetais foram erroneamente plantadas em alguns locais e, portanto, causaram fitopatologias urbanas. Esse fato é comum nas cidades brasileiras, e este diagnóstico auxiliará futuros planos de arborização urbana.

6. REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift. 22, 2013. DOI:10.1127/0941-2948/2013/0507. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263088914_Koppen's_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 24 jul. 2023.

AMORIM, M. C. de C. T. **Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.voi0.65136. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbelima/article/view/14136>. Acesso em: 9 jul. 2023.

BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. **Arborização urbana e qualificação da paisagem**. Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 34, p. 129-148, 2014. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.voi34p129-148. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/97145>. Acesso em: 9 jul. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Pau-de-rosas *Physocalymma scaberrimum***. 2010.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2011. 112p.

ESTEVES, M. C.; CORRÊA, R. S. **Natividade da flora usada na arborização de cidades brasileiras**. Paranoá, [S. l.], n. 22, p. 159-171, 2018. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.11. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/25679>. Acesso em: 9 jul. 2023.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de textos, 2011.

GRESSLER, Sandra Christina; GÜNTHER, Isolda de Araújo. **Ambientes restauradores: Definição, histórico, abordagens e pesquisas**. Estudos de Psicologia, v. 18, n. 3, p. 487-495, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (ed.). **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões: Censo 2022**. [S. l.]: IBGE, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes>. Acesso em: 9 jul. 2023.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (ed.). **Doação de Muda e Sementes**. Portal Meio Ambiente MG. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/venda-de-mudas/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2017.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. Eletrobras/Procel, 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002.

LYNCH, Kevin. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

MACEDO, S. S. **A vegetação como elemento de projeto**. Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 4, p. 11-41, 1992. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.voi4p11-41. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/133736>. Acesso em: 9 jul. 2023.

MARTINS, Wellisson Pereira *et al.* **Arborização das vias públicas e praças da cidade de Januário/MG: uma abordagem quantitativa.** SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, EVENTOS DO IFNMG, 2016, Montes Claros. Disponível em: [//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/oa800509-bea6-46f4-a1ff-bfiacidaba97.pdf](https://ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/oa800509-bea6-46f4-a1ff-bfiacidaba97.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

MOSSINI, S.A.G.; KEMMELMEIER, C. **A árvore Nim (Azadirachta indica A. Juss): Múltiplos Usos.** Acta Farm. Bonaer. 2005, 24, 139-148.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 1 jul. 2023.

PIMENTA, Francielle Aparecida Lopes; WERNECK, Daniela Rocha. **Contribuição das áreas verdes no planejamento urbano de cidades ribeirinhas: um estudo para Januária, Minas Gerais.** Paranoá, Brasília, v. 1, n. 30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n30.2021.14>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/34920>. Acesso em: 21 jul. 2023.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** Brasília: Editora UnB, 2013.

SALVIATÍ, E. J. **Tipos vegetais aplicados ao paisagismo.** Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 5, p. 9-45, 1993. DOI: [10.11606/issn.2359-5361.voi5p9-45](https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.voi5p9-45). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/133781>. Acesso em: 9 jul. 2023.

SILVA, M. M. A.; LIRA, F. B.; COCOZZA, G. de P. **O nem sempre conveniente verde: estudos preliminares de conceituação e tipificação de fitopatologias urbanas em espaços públicos.** Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 39, p. 221-237, 2017. DOI: [10.11606/issn.2359-5361.voi39p221-237](https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.voi39p221-237). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/107713>. Acesso em: 9 jul. 2023.

SILVA, Matheus Maramaldo Andrade. **A arte de conhecer antes de plantar: abordagem sobre fitopatologias urbanas em ruas.** 1 ed. Curitiba: Appris, 2021.

SILVA, Marina Rozendo; MOURA, Felipe Pereira de; JARDIM, Carlos Henrique. **O diagrama de Caixa (Box Plot) Aplicado à Análise da Distribuição Temporal das Chuvas em Januária, Belo Horizonte e Sete Lagoas, Minas Gerais-Brasil.** Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 023-040, jan. 2017. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233949>. Acesso em: 23 jul. 2023. doi:<https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170003>.

STAMM, C.; STADUTO, J. A. R.; LIMA, J. F. de; WADI, Y. M. **A população urbana e a difusão das cidades de porte médio no Brasil.** Interações (Campo Grande), [S. l.], v. 14, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/210>. Acesso em: 9 jul. 2023.

UN-HABITAT. **Relatório Mundial das Cidades 2022.** Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/>. Acesso em: 1 jul. 2023.

APÊNDICE

Apêndice A. Fitopatologias urbanas físicas identificadas por tipos vegetais

Número do tipo vegetativo	Nome Científico	Nome Popular	Deslocamento de pavimento	Interferência com a rede elétrica	Interferência com as edificações	Interferência com a sinalização de trânsito	Problemas causados por frutos
1	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
2	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
3	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
4	<i>Albizia lebbbeck</i>	Batata Frita	ns	-	-	-	-
5	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	ns	-	-	+	-
6	<i>Spathodea campanulata</i>	Espátódea	ns	-	-	-	-
7	<i>Terminalia sp.</i>	Capitão do Mato	ns	-	-	-	-
8	<i>Spathodea campanulata</i>	Espátódea	ns	-	-	-	-
9	<i>Spathodea campanulata</i>	Espátódea	ns	-	-	-	-
10	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
11	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
12	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
13	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	+	-	-	-
14	<i>Gmelina arborea</i>	Guimelina	ns	-	-	-	-
15	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	+	-	-	-
16	<i>Inga marginata</i>	Ingã	+	+	-	-	-
17	<i>Inga marginata</i>	Ingã	+	+	-	-	-
18	<i>Albizia lebbbeck</i>	Batata Frita	+	+	-	-	-
19	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	ns	-	-	-	-
20	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	+	-	-	-
21	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
22	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	+	-	-	-
23	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	-	-	-	-
24	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-	-	-	-	-
25	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-	-	-	-	-
26	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
27	<i>Juniperus chinensis</i>	Tuia	-	-	-	-	-
28	<i>Cela speciosa</i>	Paineira rosa	-	-	-	-	-
29	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
30	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
31	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
32	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
33	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
34	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
35	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
36	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-	-	-	-	-
37	<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	+	-	-	-	-
38	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
39	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	-	-	-	-	-
40	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
41	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
42	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
43	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
44	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
45	<i>Mangifera sp.</i>	Maqueira	+	-	-	-	-
46	<i>Malpighia sp.</i>	Aceroleira	-	-	-	-	-
47	<i>Mangifera sp.</i>	Maqueira	-	-	-	-	-
48	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
49	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
50	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
51	<i>Ficus benjamina</i>	Figueira	-	-	-	-	-
52	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
53	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
54	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira do Piauí	-	-	-	-	-
55	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
56	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	-	-	-	-	-
57	<i>Ficus benjamina</i>	Figueira	-	-	-	-	-
58	<i>Ficus benjamina</i>	Figueira	-	-	-	-	-
59	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
60	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
61	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
62	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
63	<i>Phoenix sp.</i>	Tamareira	-	-	-	-	-
64	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
65	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
66	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	+	-	-	-
67	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
68	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
69	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-



70	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
71	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
72	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
73	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
74	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
75	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
76	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	+	-	-	-
77	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
78	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
79	<i>Inga marginata</i>	Ingá	+	-	-	-	-
80	<i>Inga marginata</i>	Ingá	+	-	-	-	-
81	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	-	-	-	-	-
82	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
83	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
84	<i>Acacia farnesiana</i>	Esponjinha	-	-	-	-	-
85	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	-	-	-	-	-
86	<i>Ziziphus joazeiro</i>	Josá	-	-	-	-	-
87	<i>Terminalia latifolia</i>	Capitão do Cerrado	-	-	-	-	-
88	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
89	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
90	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
91	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
92	<i>Jacaranda ulei</i>	Carobinha	-	-	-	-	-
93	<i>Roystonia oleacea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
94	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
95	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	+	-	-	-
96	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
97	<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim manga	-	-	-	-	-
98	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
99	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
100	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatodea	-	-	-	-	-
101	<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim manga	-	-	-	-	-
102	<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim manga	-	-	-	-	-
103	<i>Roystonia oleacea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
104	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
105	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
106	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
107	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
108	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
109	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
110	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
111	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	-	-	-	-	-
112	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo Alves	-	-	-	-	-
113	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
114	<i>Roystonia oleacea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
115	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
116	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatodea	-	-	-	-	-
117	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	+	-	-	-	-
118	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
119	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
120	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
121	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
122	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
123	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
124	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
125	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
126	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
127	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
128	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
129	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatodea	-	-	-	-	-
130	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	-	-	-	-	-
131	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
132	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
133	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
134	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
135	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	-	-	-	-
136	<i>Thevetia thevetoides</i>	Chapéu de Napoleão	-	-	-	-	-
137	<i>Thevetia thevetoides</i>	Chapéu de Napoleão	-	-	-	-	-
138	<i>Thevetia thevetoides</i>	Chapéu de Napoleão	-	-	-	-	-
139	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
140	<i>Ficus sp.</i>	Figueira	-	-	-	-	-
141	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
142	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	+	-	-	-
143	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	+	-	-	-
144	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	+	-	-	-
145	<i>Eugenia</i>	Cerejeira	-	-	-	-	-

	<i>involucrata</i>	do Piauí					
146	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
147	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
148	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	ns	-	-	-	-
149	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Caga Machado	ns	+	-	-	-
150	<i>Platypodium elegans</i>	Canziheiro	-	+	-	-	-
151	<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê	-	+	-	-	-
152	<i>Dracaena marginata</i>	Dracena	-	-	-	-	-
153	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	+	-	-	-
154	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	+	-	-	-
155	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	-	+	-	-	-
156	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	-	-	-	-	-
157	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	-	-	-	-	-
158	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	-	-	-	-	-
159	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	-	-	-	-	-
160	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palmeira Rabo de Raposa	-	-	-	-	-
161	<i>Roystonia oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
162	<i>Roystonia oleracea</i>	Palmeira Imperial	-	-	-	-	-
163	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
164	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
165	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
166	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
167	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
168	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	+	-	-	-	-
169	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira do Piauí	-	-	-	-	-
170	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
171	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
172	<i>Ixora chinensis</i>	Ixora chinesa	-	-	-	-	-
173	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
174	<i>Tecoma stans</i>	Ipê de jardim	-	-	-	-	-
175	<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	+	-	-	-	-
176	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapa	+	-	-	-	-
177	<i>Albizia polycephala</i>	Monjolo	+	-	-	-	-
178	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapa	+	-	-	-	-
179	<i>Albizia polycephala</i>	Monjolo	+	-	-	-	-
180	<i>Albizia polycephala</i>	Monjolo	+	-	-	-	-
181	<i>Ceiba speciosa</i>	Palmeira rosa	+	-	-	-	-
182	<i>Ceiba speciosa</i>	Palmeira rosa	+	-	-	-	-
183	<i>Ceiba speciosa</i>	Palmeira rosa	+	-	-	-	-
184	<i>Ceiba speciosa</i>	Palmeira rosa	+	-	-	-	-
185	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	-	-	-	-	-
186	<i>Inga marginata</i>	Inga	-	-	-	-	-
187	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	-	-	-	-
188	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	ns	-	-	-	-
189	<i>Ipomoea carnea</i>	Algodão Bravo	-	-	-	-	-

Fonte: Autora (2023).

12

Soluções Baseadas na Natureza e Infraestrutura Verde em políticas públicas para desenvolvimento urbano: oportunidades e desafios

SILVA, Ana Luísa Oliveira da¹; **SANT'ANA**, Daniel²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável, Arquitetônica e Urbanística. Brasília, Brasil | analuisa.ciamb@gmail.com

²Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído, Brasília, Brasil | dsantana@unb.br

1. INTRODUÇÃO

As pessoas, os ecossistemas e a economia estão estreitamente relacionados. A natureza presta serviço para as pessoas quando faz chover regularmente e repõe a oferta de água para usos básicos (MMA, 2018). Uma vez que as ações humanas dependem e impactam os serviços provados pelos ecossistemas, é de grande importância que o planejamento urbano integre abordagens baseadas na natureza.

No entanto, existem desafios para sociedade e governos reconhecerem a importância de abordagens que reintegrem a natureza nas cidades na tomada de decisões. O desenvolvimento de políticas e estratégias visando uma qualidade de vida sustentável torna-se mais difícil quando o valor dos ecossistemas e seus benefícios ao bem-estar econômico e social são desconhecidos ou desconsiderados (MMA, 2018).

Uma projeção do ONU-HABITAT sugere que cerca de 68% da população mundial viverá nas cidades até 2050. Nos ecossistemas, em seu estado original, os processos acontecem de forma equilibrada. Mas, a expansão urbana sem planejamento afeta diretamente esses processos (ONU-HABITAT, 2022).

Dados do Censo IBGE, publicados em 2023, afirmam que houve um aumento de 6,5% da população urbana em relação aos números da última amostra, publicada em 2010. Apesar de se apresentar como a menor taxa de crescimento desde que a pesquisa começou a ser realizada em território nacional, ainda significa que houve um aumento nas cidades de 12,3 milhões de habitantes nesse período. Os dados também afirmam que as concentrações urbanas¹ abrigam cerca de 61% desse total (IBGE, 2023).

O crescimento da população aumenta a expansão urbana e causa maior impermeabilização do solo. Isso gera distúrbios no ciclo hidrológico e sobrecarga nos sistemas urbanos. Uma vez que a capacidade de infiltração do solo está comprometida por uma camada impermeável, isso afeta diretamente a capacidade do sistema de drenagem urbana, por exemplo, pelo elevado índice de captação e escoamento de águas pluviais. Em períodos de chuva mais concentrada, o sistema convencional não suporta a demanda, gerando prejuízos ambientais, sociais e econômicos (Santos *et al.*, 2017). Esse cenário afirma a importância de políticas públicas orientadas para apoiar e estimular a implementação de estratégias de adaptação e mitigação dos impactos causados por deslizamentos, alagamentos, inundações, ilhas de calor e enchentes urbanas.

O relatório publicado pelo Banco Mundial em 2016 aponta que a escassez de água tem efeitos diretos na agricultura, energia, desenvolvimento urbano e gestão ambiental. Pode haver redução de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) como resultado da má gestão do recurso. Sugere, ainda, que é possível otimizar a gestão das águas a partir de melhores planejamentos e incentivos. Assim, torna-se evidente que as intervenções humanas, em específico, a urbanização sem planejamento, altera processos naturais e trazem desafios, que comprometem a qualidade de vida nas cidades.

Além dos desafios relacionados à rede de drenagem urbana e como a deficiência desse sistema ocasiona e aumenta os riscos de alagamentos, enchentes e inundações,

1 A publicação do IBGE conceitua as concentrações urbanas como arranjos populacionais ou municípios isolados com mais de 100 mil habitantes.

outras problemáticas podem ser identificadas. Dentre elas, podemos destacar a perda de áreas verdes e cobertura vegetal, escassez e comprometimento da qualidade da água e de corpos hídricos e acúmulo e descarte incorreto de resíduos sólidos (Cioly e Davidson, 2011). Hoje, com o avanço da tecnologia, existem diversos modelos de quantificação de área impermeável, a partir de simulação do ciclo hidrológico local, a fim de observar a capacidade e comportamento do sistema de drenagem (Santos *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2013).

A ocorrência de riscos e desastres é outro desafio diretamente relacionado às deficiências do sistema urbano. Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil indicam que nos últimos 10 anos houve cerca de 28.238 ocorrências e cerca de 1,5 milhão de pessoas atingidas. Nos últimos dois anos houve cerca de 7.630 ocorrências de riscos e desastres associados à drenagem urbana. Ou seja, são cerca de 851.649 mil pessoas desamparadas. O relatório apresentado pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil é auto declaratório, apresentado por um agente público local, a partir do preenchimento de um formulário de ocorrência. Ou seja, os dados podem estar subnotificados (MIDR, 2023). Esses dados reafirmam a urgência para lidar com as questões climáticas.

A partir dessas informações, percebe-se que os fenômenos naturais estão cada vez mais frequentes e que a rede de infraestrutura urbana precisa ser adaptada para lidar com os desafios que se apresentam. A impermeabilização do solo traz, conseqüentemente, uma redução de áreas verdes urbanas, reduzindo o ambiente natural e a permeabilidade do solo. Cormier e Pellegrino (2008) apresentam alguns tipos de soluções, trazendo princípios sólidos da ecologia de paisagem e que busca atender aos desafios enfrentados pelas cidades. A implementação de estratégias verdes pode auxiliar na redução dos impactos causados pelo crescimento das cidades.

Segundo ANA (2017), aproximadamente três milhões de pessoas foram atingidas por alagamentos e inundações no Brasil. Os desafios e efeitos negativos relacionados

à impermeabilização do solo e drenagem urbana são conhecidos, mas as alternativas e estratégias possíveis ainda são pouco exploradas. As Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e a Infraestrutura Verde (IV) são apontadas como abordagens promissoras para promover a resiliência do sistema urbano.

Associado às questões abordadas, soluções pautadas no comportamento da natureza promovem espaços capazes de preservar e conservar o bioma local, fazer a manutenção dos sistemas urbanos, preservar a biodiversidade, apoiar na gestão das águas urbanas e criar paisagens com múltiplas funções. As boas práticas, benefícios e o reconhecimento do papel da natureza para manutenção da vida, reduz as vulnerabilidades das cidades e permite a manutenção dos serviços providos pela natureza.

Alinhar conceitos e explorar o potencial de forma qualificada dos recursos disponíveis, são importantes para o estabelecimento de parcerias e colaborações entre os diferentes setores e atores envolvidos do nível internacional, nacional e local (Escobedo et al., 2019). Estratégias urbanas que integram a natureza apoiam a construção e implementação das agendas e acordos, tais como os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável 2030 (ODS 2030), proposto pela ONU em 2015, e a Nova Agenda Urbana (NAU), proposto pelo programa ONU-HABITAT em 2016.

No Brasil, existem instrumentos legais para orientar investimentos e melhorar dinâmicas urbanas. A infraestrutura tradicional de saneamento, por exemplo, desconsidera os impactos sobre a saúde, recarga de aquíferos e eventos extremos (Mendes e Santos, 2021). Há necessidade de adequação de políticas públicas para incentivar a implementação de soluções sustentáveis.

Desde 1930 com o processo de industrialização no Brasil, muitos desafios relacionados à insustentabilidade ambiental e urbanização intensiva emergiram. Na Constituição de 1988, a agenda urbana passou a ser identificada como um direito à cidade. Hoje, a Lei nº. 10.257 de 10 de julho de 2011, que rege o Estatuto das Cidades, regulamenta as diretrizes da

política urbana no país. No âmbito executivo, o Ministério das Cidades é responsável pela agenda de desenvolvimento urbano, incluindo setores como saneamento e habitação.

A lei define que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana mediante algumas diretrizes, com destaque para: i) garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as gerações presentes e futuras; ii) gestão democrática da cidade; iii) cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social (Santos *et al.*, 2019, p. 9).

As soluções que se baseiam na natureza têm multifunções e potencial para integração de setores e agendas. Nesse contexto, o potencial amplo das políticas públicas é explorado, evidenciando sua importância na implantação e implementação de soluções sustentáveis. Com isso, este trabalho teve como objetivo, apresentar as características e os conceitos por traz do emprego de Soluções Baseadas na Natureza e de Infraestrutura Verde e, com isso, propor recomendações para compatibilidade de políticas públicas urbanas na implementação de soluções frente às mudanças do clima.

Com o intuito de alcançar o objetivo traçado, este estudo se dividiu em três etapas. A primeira etapa configura-se em uma revisão exploratória da literatura, buscando a contextualização ampla dos conceitos e a compreensão de SBN e IV. Na segunda etapa, foram identificadas as principais políticas públicas e programas governamentais destinadas ao desenvolvimento urbano, verificando possibilidades da inserção de recomendações destinadas à implementação de SBN e IV. Por fim, na terceira etapa, foram analisadas as oportunidades e os desafios associados à incorporação destas soluções para desenvolvimento urbano.

2. CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DE SBN E IV

No cenário internacional, a Comissão Europeia (CE) considera Soluções Baseadas na Natureza (SBN) projetos de “soluções inspiradas e apoiadas pela natureza, que são eficientes em termos de custo, proporcionam simultaneamente benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a desenvolver a resiliência. Essas soluções trazem benefícios diversos e processos naturais e da natureza para dentro das cidades, paisagens e zonas costeiras, por meio de intervenções sistêmicas, adaptadas localmente e eficientes em termos de recursos”² (tradução livre) (European Commission, 2015).

As pesquisas bibliográficas indicam que Soluções Baseadas na Natureza é um termo recente e que apresenta abordagens que transformam antigos padrões para lidar com os desafios atuais (Lynch-Caris *et al.*, 2012).

Em publicação do Banco Mundial aparece a primeira referência ao termo *nature-based solutions*. Esse conceito é uma estratégia ampla, ou como um grande guarda-chuva, que de alguma forma expressa a necessidade de buscar sustentabilidade para manutenção da vida na Terra. Durante o período de avaliação dos projetos financiados, foi feito um aporte de 6 bilhões de dólares para iniciativas que de alguma forma contribuíram com ações para adaptação e mitigação das cidades (World Bank, 2008).

Em 2009, o debate ganha reforço e avança com uma publicação da União Internacional para Conservação da Natureza, também conhecida pela sigla IUCN, na Conferência das Partes da Convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-15) (IUCN, 2009). E, em 2016, o conceito é amplamente adotado pela instituição global em suas práticas, programas e projetos (IUCN, 2016).

Soluções Baseadas na Natureza surgem como uma aposta de boa prática para a adaptação frente às mudanças do clima. Por ser um tema atual nas discussões de âmbito

² A versão original e em inglês publicada no *website* da Comissão Europeia diz que: “Solutions that are inspired and supported by nature, which are cost-effective, simultaneously provide environmental, social and economic benefits and help build resilience. Such solutions bring more, and more diverse, nature and natural features and processes into cities, landscapes and seascapes, through locally adapted, resource-efficient and systemic interventions”.

nacional, há muitos entendimentos sobre o que são exatamente essas soluções. Apesar disso, há um consenso comum e similar ao adotado por instituições globais, de que são processos e tecnologias “que de alguma forma, se inspiraram, copiaram ou tomaram como base processos naturais para gerar benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sociedade” (CGEE, 2020, p. 68).

Essas soluções, que buscam reproduzir sistemas da natureza, carregam em si vários apontamentos. As SBN são uma forma mais abrangente ao se falar de um conjunto de estratégias sustentáveis, principalmente aquelas aplicadas ao contexto urbano (Gadda *et al.*, 2019).

O termo Soluções Baseadas na Natureza surge primeiro entre as organizações internacionais e a partir de abordagens das áreas do conhecimento ligadas às ciências ambientais, conservação e preservação da natureza (CGEE, 2020). As SBN são soluções territoriais que aprendem e imitam processos da natureza e fazem parte do desenho urbano e da infraestrutura verde nas cidades (CGEE, 2022).

Uma ferramenta importante para gestão e planejamento adequado das cidades são as infraestruturas verdes. Um estudo desenvolvido por Krchnak *et al.* (2011) sugere que o termo infraestrutura pode ser entendido como uma facilidade, serviço ou instalação que fornece alguma função social. A infraestrutura verde é uma referência utilizada para caracterizar espaços verdes, ou infraestrutura azul no caso de áreas costeiras e marinhas (Cohen-Schaman *et al.*, 2016).

Uma Infraestrutura Verde tem o potencial de mitigar efeitos adversos da urbanização, são soluções de baixo carbono, reduz alagamentos e enchentes, entre outros. Essa é uma solução urbana que fornece serviços ecossistêmicos em contrapartida, é a visão de quem planeja a partir da natureza. Os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas infraestruturas verdes mimetizam, em alguma medida, as funções da natureza (Herzog *et al.*, 2010). Essa estratégia, se bem planejada no território, se torna parte da rede de infraestrutura urbana.

Segundo Cohen-Schaman *et al.* (2016) a abordagem relacionada à Infraestrutura Verde faz parte de uma “família” de um grande arcabouço de palavras, que formam as Soluções Baseadas na Natureza. De acordo com esse mesmo estudo, conceitos como “restauração ecológica”, “engenharia ecológica”, “restauração de paisagem”, “adaptação baseada em ecossistemas”, “mitigação baseada em ecossistemas” e “redução de riscos e desastres”, para citar alguns, fazem parte desse grande legado SBN.

Portanto, a Infraestrutura Verde se apropria de elementos de Soluções Baseadas na Natureza, como corroborado pelo método de pesquisa dos conceitos apresentados. E, apesar das diferenças conceituais, essas abordagens compartilham de princípios, funcionalidades e objetivos similares.

O termo “infraestrutura sustentável” é citado em leis nacionais como o Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRS), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e de outras agendas convergentes não citadas aqui. Ainda assim, as SBN e a IV precisam de maior segurança jurídica para implementação efetiva. Outro desafio a ser suprido, é a implantação de sistemas de drenagem urbana, por exemplo, em centros urbanos consolidados e altamente adensados (Mendes e Santos, 2021). Ainda, existem desafios específicos associados às periferias urbanas e urbanização periférica (Santos, 2019).

3. CAMINHOS PARA EXPLORAR O PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

No intuito de influenciar a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza nas cidades, é decisivo que as políticas públicas e programas de governo as incorpore e direcione os recursos públicos. As decisões não devem mais ser tomadas de forma isolada, por uma única instituição ou poder público (Cohen-Schacham *et al.*, 2019). A partir de análises da tradução de políticas públicas ao conceito SBN, torna-se evidente que o Estatuto das

Cidades, norma legal que rege o direito à cidade hoje, menciona o estímulo “à utilização de padrões construtivos e aportes tecnológicos com objetivo de redução dos impactos ambientais e economia de recursos naturais, em uma relação direta às iniciativas em SBN” (Fraga, 2020, p. 99).

Na ocasião em que a Nova Agenda Urbana foi publicada, em 2016, um manifesto foi colocado em pauta nas agendas globais. No documento, os desafios são colocados e um plano é traçado pelos países representantes. Os desafios são vários e a conjuntura política afirma que há a vontade de firmar compromisso para promover o desenvolvimento urbano sustentável. A agenda comum traz um plano de implementação tomado por bases sustentáveis (ONU-HABITAT, 2016).

Há uma visão compartilhada sobre as responsabilidades e urgência na ação. Uma das visões mencionadas no documento é a ação para implementação de políticas de redução e gestão de risco de desastres, a fim de desenvolver resiliência e capacidade de resposta. Além disso, ações que promovam a mitigação e a adaptação frente às mudanças climáticas e que protejam, conservem e restaurem os ecossistemas e recursos naturais (ONU-HABITAT, 2016). E, portanto, as Soluções Baseadas na Natureza mostram-se como uma ferramenta chave.

Durante o 8º Fórum Mundial da Água, foram lançados diversos manifestos e declarações no âmbito dos três poderes: Executivo, Legislativo e Judiciário. Ao longo das discussões, surgiram propostas para estabelecer uma agenda política mais robusta no que tange a gestão e proteção dos recursos hídricos e implantação de Soluções baseadas na Natureza. Esse encontro buscou aperfeiçoar marcos constitucional, legal e infralegal a partir de uma visão comum e coordenada (ANA, 2018). Nessa ocasião também foi lançado o Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, que propõe o uso de Soluções Baseadas na Natureza para gestão da água e garantia de segurança hídrica (UNESCO, 2018). As SBN reforçam a importância das políticas públicas para disseminar

estratégias mais ecológicas, com menor custo social e maior benefício econômico.

Além disso, é preciso incentivar medidas de controle, fiscalização e conscientização da importância da preservação, conservação e uso consciente dos recursos naturais. As políticas públicas são como caminhos para integrar elementos da agenda ambiental e estratégias baseadas na natureza nos processos que fazem parte do planejamento urbano (TCU, 2023). Para isso, é importante incluir essas estratégias no desenvolvimento, em específico para enfrentar eventos extremos, tais como enchentes, alagamentos e deslizamentos, e traduzi-las em políticas públicas.

Há elementos suficientes para demonstrar a importância das políticas públicas como norteadoras de estratégias sustentáveis. Os desafios que se colocam sobre as cidades precisam de confiança jurídica e de um arcabouço legal sólido para viabilizar as soluções (CGEE, 2022).

3.1. PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO URBANO - PRÓ-CIDADES

Para que haja aderência das SBN, é necessário que se financie ações e projetos relacionados. O Programa Pró-Cidades é um mecanismo de financiamento público, disponibilizado pelo Governo Federal e está sob responsabilidade do Ministério das Cidades. Foi instituído pela Resolução nº. 897, de 11 de setembro de 2018, do Ministério do Trabalho e se encaixa dentro da área de Infraestrutura Urbana do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS). Este programa é regulamentado pela Instrução Normativa nº. 28 de 20 de novembro de 2018 e o enquadramento e seleção das propostas está estabelecido pela Instrução Normativa nº. 11 de 08 de abril de 2019.

O Pró-Cidades é um programa de financiamento vinculado ao governo federal brasileiro que tem como objetivo integrar políticas de desenvolvimento urbano e regional a partir da execução de projetos e obras e implementação de intervenções estruturantes. Fica a cargo do órgão executivo, responsável pela agenda, definir diretrizes, atos normativos

e orientações que se enquadram. Esse programa destina recursos para duas pautas principais: Reabilitação de Áreas Urbanas e Modernização Tecnológica Urbana (Brasil, 2019).

A Modalidade 1, Reabilitação de áreas urbanas, destina-se ao financiamento de intervenções estruturantes. As propostas devem prever a reabilitação urbana e edílica da área urbana consolidada definida pelo perímetro de atuação, podendo incluir as medidas necessárias para proporcionar o acesso à terra urbanizada e à moradia bem localizada, a acessibilidade universal, a otimização de espaços públicos, a requalificação ambiental, a mitigação e a contenção de riscos, a melhoria e a implantação de equipamentos públicos e mobiliários urbanos, a reabilitação de imóveis vazios ou subutilizados prioritariamente para habitação de interesse social, bem como os ajustes legais necessários à viabilidade da proposta, a aplicação dos instrumentos do Estatuto da Cidade e do Estatuto da Metrópole, e à captação de informações necessárias para o planejamento e implantação desses empreendimentos de forma exitosa. A Modalidade 2, Modernização tecnológica urbana, destina-se ao financiamento da implantação e desenvolvimento de soluções e ferramentas tecnológicas que utilizam dados e informações para a gestão de sistemas urbanos de modo a otimizar a prestação dos diversos serviços públicos e tornando-os mais resilientes e mais custo-efetivos (Brasil, 2019, p.3).

Prover acesso à recursos para implementação de iniciativas que considerem as SBN são fundamentais para avançar com a agenda de cidades sustentáveis e resilientes no Brasil. A baixa capacidade financeira de determinados entes públicos deve ser fator de adaptação de normativos e uma forma de buscar alternativas para operacionalizar as Soluções baseadas na Natureza (Fraga, 2020).

Atualmente, o programa funciona por meio de seleção pública e com edital de fluxo contínuo. Desde sua última publicação em 2019, que os atos infralegais não foram revisados. No entanto, os documentos estão em fase de avaliação e discussão para publicação de uma instrução normativa mais robusta e atualizada.

3.2. ESTATUTO DAS CIDADES E O INSTRUMENTO ZONEAMENTO AMBIENTAL (ZA)

O Zoneamento Ambiental (ZA) é um instrumento previsto na Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981 e que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Mais recente, no âmbito das políticas urbanas, o ZA é um instrumento previsto também no Estatuto das Cidades (Brasil, 2001).

O ZA subsidia a elaboração, revisão ou implantação de políticas públicas voltadas ao uso e ocupação do solo. A ideia é que as informações do território sejam construídas em bases ambientais, garantindo o direito a cidades sustentáveis, ordenação e controle do uso do solo, medidas de controle da poluição e degradação ambiental e a justa distribuição dos ônus e bônus das dinâmicas nas cidades. Esse instrumento deve ser tratado como um produto técnico e que orientará o macrozoneamento, sendo o macrozoneamento o primeiro nível de definição das diretrizes espaciais do Plano Diretor (Brasil, 2018).

Uma publicação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) traz algumas características centrais do ZA, como: ser preciso, ser replicável, ser econômico, ser realista, ser instrumental, ser multidisciplinar, ser inteligível, ter linguagem acessível, ser ético e ser contínuo (Brasil, 2018).

O ZA permite que as problemáticas ambientais sejam identificadas e que estratégias sejam definidas. É um instrumento essencial e de elo da política ambiental e urbana. Esse instrumento pode sugerir diretrizes de qualificação do território, por exemplo, por meio da implementação de um corredor ecológico ou um sistema de áreas verdes. A indicação de áreas de interesse ambiental que considera e concilia com a ocupação urbana, pode acontecer via implantação do ZA (Brasil, 2022).

A ideia é que o ZA seja mais propositivo, indicando, também, a possibilidade de inserção de Soluções Baseadas na Natureza, pensando em tendências futuras desejadas e melhorias ambientais. Pode apoiar decisões pontuais, subsidiar planos setoriais, tal como de

saneamento, e propor medidas de mitigação e adaptação. Pode ser que as vulnerabilidades urbanas sejam revertidas por meio da implantação de estratégias que considerem as SBN.

O que difere o ZA do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é a escala de aplicabilidade e mapeamento da leitura do território. O Decreto nº. 4.297 de 10 de julho de 2002, regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o ZEE. Contudo, recentemente, o debate sobre a eficácia da metodologia de aplicação desses instrumentos vem ganhando destaque. O que se deve buscar é a orientação das diferentes visões, do significado de “cidade” para o gestor ambiental e do significado de “meio ambiente” para o urbanista (Melo e Grossi, 2022; MMA, 2018).

O ZA pode contribuir para o planejamento de cidades que se enquadram em diferentes realidades. É o caso das cidades costeiras, por exemplo, que devem se adaptar aos desafios de transformações climáticas. A natureza é o maior atrativo dessas regiões (Melo e Pisani, 2021). Inundação é outro risco associado ao mal planejamento de distribuição da infiltração hídrica e das bacias hidrográficas (Filho *et al.*, 2022).

Os desafios de implementação desse instrumento se referem a dificuldade em obter dados e informações georreferenciadas atualizadas e a necessidade de construção da discussão com grupos transdisciplinares (Brasil, 2018). O ZA não é obrigatório para o planejamento das cidades, tal como é o Plano Diretor. E, ainda hoje, existem abordagens que setorizam a política ambiental da política urbana (Brasil, 2022).

3.3. AGENDA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO

A Agenda de Desenvolvimento urbano está estruturada em duas frentes de atuação que se complementam: i) A Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU); e ii) os Objetivos para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (ODUS). Ambas as agendas estão em processo de construção pelo Ministério das Cidades.

Os ODUS são uma iniciativa lançada para apoiar a formulação da PNDU e ambas

devem ser lidas como agenda de médio a longo prazo. Os ODUS organizam e sintetizam uma agenda de desenvolvimento urbano e veio como referência aos ODS 2030. Os ODUS são faróis que orientam as transformações urbanas, é uma forma de endereçar questões importantes e caminhos possíveis para a sustentabilidade. Assim, é uma forma de organizar e sintetizar a PNDU (Brasil, 2021).

A Agenda enfatiza a necessidade de uma visão de urbano e ambiental integrados. É compreender o todo para atuar pontualmente. Os ODUS podem ser, dentre outras muitas possibilidades, caminhos orientadores para adaptação das cidades (MCID *et al.*, 2022). A agenda dos ODUS vem sendo construída por 16 objetivos comuns, conforme imagem ilustrativa da Figura 1. Neste trabalho, analisamos os três objetivos que possuem maior aderência ao tema: i) ODUS 4; ii) ODUS 5; e iii) ODUS 6.

Figura 1. Os 16 Objetivos para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (ODUS).



Fonte: MDR, 2021

A PNDU instrumentaliza as recomendações dos ODUS e ambas fazem parte do mesmo movimento. A partir de uma organização em escalas urbanas, da rua à rede metropolitana, propõe instrumentos para ação (MDR, 2021). Os dois pilares centrais da agenda nacional de desenvolvimento urbano são uma forma de estabelecer um quadro de referências no tema e incentivar medidas sustentáveis e resilientes.

A abordagem sugerida para a construção dessa agenda comum considera e reflete as agendas internacionais, temas transversais, tais como a transformação digital, desenvolvimento econômico local, equidade e viés intergeracional, transformação ambiental e mudança do clima e segurança urbana, e marcos nacionais. A PNDU não se esgota em si e joga luz aos desafios que podem ser superados pela ação política (Costa *et al.*, 2021).

Também há elementos associados à dimensão da sustentabilidade ambiental, envolvendo desafios que vão da pauta das mudanças climáticas, que demanda a inclusão da adaptação das mudanças do clima na agenda urbana, aos temas associados a leituras baseadas numa visão sistêmica dos assentamentos humanos, nos quais se destaca uma agenda embasada em conceitos como serviços ecossistêmicos e soluções fundamentadas na natureza (Costa *et al.*, 2021, p.16).

O texto base está organizada em três grandes capítulos, que compõem a estrutura preliminar da agenda. O bloco 3, denominado de “Mecanismos de Implementação”, traz elementos para colocar em prática uma política urbana ampla e estão organizados em três eixos centrais: instrumentos, linhas de apoio e monitoramento, avaliação e controle social (MDR, 2021).

Entre os instrumentos, são sugeridos seis eixos programáticos para implementação de ações. Entre eles, o Eixo 6 “intervenções concretas no território para melhorar as condições de vida nas cidades (projetos e obras)”. Esse eixo se refere a requalificação do espaço urbano a partir de intervenções estruturais e que não estão cobertas pelas ações das políticas setoriais (MDR, 2021). Todos os demais eixos sugeridos no texto base também serão

beneficiados de forma indireta pelas externalidades positivas geradas por soluções que se baseiam nos processos da natureza. Nesse sentido, a Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano deve encontrar mecanismos para incluir pautas ambientais e dialogar com áreas como saneamento, mobilidade e habitação.

4. RECOMENDAÇÕES

As agendas descritas anteriormente carregam amplo potencial para implementação das SBN e IV nos mais variados contextos e realidades, sendo capazes de contribuir no avanço da agenda de adaptação e mitigação climática e contribuindo para a manutenção dos serviços ecossistêmicos nas áreas urbanas.

As recomendações a seguir podem se tornar estratégias de planejamento e desenvolvimento urbano das cidades. Podem subsidiar a proposição de ações no território como resultado do zoneamento urbano-ambiental, identificando áreas ambientais sensíveis, áreas de recuperação de rios e córregos e escoamento das águas pluviais, por exemplo. O Programa Pró-Cidades pode apoiar no financiamento dessas ações articuladas e na reabilitação dos espaços urbanos. Ainda, essas recomendações, fazem parte de um movimento pela sustentabilidade urbana denominado Agenda para o Desenvolvimento Urbano.

As recomendações apresentadas podem ser financiadas pelo Programa Pró-Cidades, traz discussões sobre a leitura ambiental do território e, a partir do uso do instrumento Zoneamento Ambiental, como orientativo de ações sustentáveis. Podem, também, ser incluídas como caminhos possíveis e horizontes visíveis na Agenda para o Desenvolvimento Urbano, em específico nas ações dos ODUS 4, 5 e 6.

Considerando os principais desafios pautados para a próxima década, foram apresentamos três recomendações relacionadas, diretamente, aos temas de drenagem e recursos hídricos, reflorestamento urbano e restauração ecológica.

Recomendação 1: Recuperação de áreas degradadas e gestão dos corpos hídricos por meio de projetos de reflorestamento urbano, gestão de áreas verdes e de lazer.

Em certa medida, SBN imitam as estratégias encontradas na dinâmica dos ecossistemas e usam do comportamento da natureza para retomada das características daquele espaço. Ao considerar essas estratégias, os impactos positivos podem reduzir temperatura em edificações, reduzir ilhas de calor e humanizar ambientes (Herzog et al., 2010).

Tipos de Soluções Baseadas na Natureza e ações possíveis:

- A. **Parque linear:** desenho paisagísticos para implementação de espaços públicos verdes. O plantio de árvores e de vegetação nativa em áreas degradadas ou subutilizadas dentro das cidades, como parques, praças, margens de rios, criando um corredor de biodiversidade, áreas de lazer e promovendo a manutenção dos serviços ecossistêmicos;
- B. **Conservação e Preservação de Área de Proteção Permanente (APP):** restaurar os ecossistemas em áreas degradadas próximas a olhos d'água, nascentes, encostas e outras áreas consideradas de preservação permanente, por meio do plantio de espécies nativas e da reabilitação do solo, de acordo com o Código Florestal (Lei nº. 4.771/65);
- C. **Agricultura urbana e periurbana:** incentivar a produção de alimentos em zonas ociosas que estejam no perímetro urbano e periurbano, promovendo a produção sustentável e economia circular, comercialização de produtos saudáveis e manutenção das áreas verdes.

Potencialidades da implementação dessas soluções:

- Conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos;
- Melhoram e colaboram com aumento das zonas de infiltração de água da

chuva e recarga de aquíferos;

- Contribui para a preservação da fauna e flora local, proporcionando habitats e corredores ecológicos para espécies nativas;
- Absorvem carbono e outros poluentes, ajudando a melhorar a qualidade do ar;
- Previne a erosão do solo, estabilizando encostas e margens de rios, reduzindo o risco de enchentes;
- Contribui para o microclima urbano, fornecendo sombra, reduzindo o efeito de ilha de calor e contribuindo para o equilíbrio climático local;
- Oferecem espaços públicos agradáveis, propiciando lazer, recreação, contato com a natureza e melhoria da qualidade de vida;
- Os benefícios são potencializados quando implementados em conjunto com outras soluções como jardim de chuva, biovaletas, lagoas de infiltração, telhados verdes e outras.

Principais desafios identificados:

- Disponibilidade de áreas dentro dos limites urbanos pode ser um desafio, especialmente em cidades já densamente desenvolvidas;
- A qualidade do solo e a disponibilidade de água são fatores importantes para o crescimento saudável das plantas. Em algumas áreas urbanas, o solo pode estar contaminado ou a disponibilidade de água pode ser limitada;
- O sucesso do reflorestamento urbano depende da manutenção contínua desses espaços, portanto, é importante ter engajamento da sociedade;
- Garantir os cuidados adequados, como controle de ervas daninhas e monitoramento das áreas, pode ser desafiador em um contexto urbano.

Recomendação 2: Redução dos efeitos de ilhas de calor e incentivo ao urbanismo bioclimático.

Para garantir boas condições climáticas para as cidades, de forma a enfrentar os desafios que emergem, é importante conhecer as características geomorfológicas e espaciais. Entender quais são os elementos e fatores necessários para reduzir as ilhas de calor no meio urbano é a chave para o desenvolvimento de estratégias bioclimáticas. Existem algumas características para o desenho bioclimático, tais como a observação, materiais acessíveis e recursos disponíveis (Romero, 2013).

O Brasil é um país tropical, portanto, é importante considerar fatores como calor, luz solar, ventilação, vegetação e tipos de plantas locais, recursos hídricos disponíveis e outros.

Tipos de Soluções Baseadas na Natureza e ações possíveis:

- A. **Telhados verdes extensivos:** São coberturas de edifícios que possuem uma camada fina de solo e vegetação de baixa manutenção, como gramíneas e suculentas. Esses telhados ajudam a reduzir o efeito de ilha de calor, melhorando a qualidade do ar e proporcionando isolamento térmico;
- B. **Telhados verdes intensivos:** São coberturas de edifícios que possuem uma camada mais espessa de solo e uma variedade de plantas, incluindo árvores e arbustos. Esses telhados oferecem benefícios adicionais, como a criação de espaços verdes para lazer e a promoção da biodiversidade urbana;
- C. **Paredes verdes:** São estruturas verticais que possuem vegetação em suas superfícies. As paredes vegetadas ajudam a reduzir a temperatura ambiente, fornecem isolamento térmico e melhoram a qualidade do ar, além de contribuírem para a estética urbana;
- D. **Marcos da paisagem:** considerar toda e qualquer interação entre o meio construído e natural. Adaptar o desenho urbano às condições naturais e

climáticas do lugar considerando a proteção solar, fontes de calor, ventilação natural, iluminação, desempenho acústico e materiais disponíveis para a concepção dos espaços e planejamento das cidades.

Potencialidades da implementação dessas soluções:

- Garante a manutenção dos serviços ecossistêmicos;
- Facilita a captação e retenção de água da chuva, podendo absorver e reter a água, reduzindo o escoamento superficial e a carga sobre o sistema de drenagem urbana;
- Pode facilitar a produção de alimentos e a climatização urbana;
- Ajudam a diminuir a temperatura nas áreas urbanas, reduzindo o efeito de ilha de calor e melhorando o conforto térmico;
- As plantas presentes nos sistemas ajudam a filtrar poluentes do ar, melhorando a qualidade do ar nas áreas urbanas e reduzindo problemas de saúde relacionados à poluição;
- Fornecem isolamento térmico adicional aos edifícios, reduzindo a necessidade de aquecimento e resfriamento artificial e, conseqüentemente, diminuindo o consumo de energia;
- Contribuem para a melhoria da paisagem urbana, fornecendo espaços verdes e aumentando o bem-estar mental e emocional. Contribui ainda mais com essas questões quando implementada em hospitais, casas de repouso ou creches;
- Contribuem com a aproximação do espaço urbano e pode ser um gerador de cultura e pertencimento social;
- Boas práticas de aproximação do ser humano com o ambiente urbano e a implementação de projetos de urbanismo tático podem contribuir para a

coesão social, desenvolvimento econômico e engajamento.

Principais desafios identificados:

- Algumas estruturas prediais podem não ter capacidade de carga adequada para suportar o peso de uma cobertura verde, o que pode inviabilizar a implantação ou exigir a construção de um suporte adicional;
- É indicado o uso de plantas endêmicas da região a fim de evitar o consumo excessivo de água para manutenção;
- A implementação de telhados verdes e paredes vegetadas pode exigir investimentos financeiros significativos no início da implementação do projeto;
- Os sistemas sustentáveis requerem cuidados regulares, como irrigação e poda, o que pode acarretar custos de manutenção;
- Pode haver resistência por parte de proprietários e comunidades em relação à mudança estética.

Recomendação 3: Redução de alagamentos, enchentes e inundações a partir de sistemas de drenagem sustentável em áreas urbanas.

O aperfeiçoamento contínuo da gestão das águas e recursos hídricos são essenciais para o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

A urbanização e impermeabilização do solo cria maior demanda sobre os recursos hídricos e agrava enchentes e outros eventos extremos. As bacias hidrográficas podem ser utilizadas como unidade de leitura do território, a fim de melhor planejar demandas e ofertas (Struchel *et al.*, 2019).

Tipos de Soluções Baseadas na Natureza e ações possíveis:

- A. **Jardins de chuva:** são áreas projetadas para ajudar no escoamento da água superficial, captar e filtrar a água da chuva em pequena escala;
- B. **Bacias de detenção/retenção:** muitas vezes usada sob o sinônimo de lagoa de retenção, são reservatórios para acumulação temporária das águas pluviais, visando o amortecimento de cheias e escoamento lento;
- C. **Trincheiras permeáveis:** valas preenchidas com materiais permeáveis que ajudam na infiltração e escoamento da água.

Potencialidades da implementação dessas soluções:

- São pontos para infiltração da água em locais de precipitação ou escoamento concentrado, reduzindo o volume de água que chega aos sistemas, previne enchentes e inundações;
- Garante a manutenção dos serviços ecossistêmicos;
- Têm potencial para usos múltiplos e requalificação da paisagem urbana;
- Promove a melhoria da qualidade da água pluvial ao filtrar poluentes antes de chegar aos corpos d'água;
- Aumento da infiltração de água no solo, contribuindo para a recarga de aquíferos;
- São soluções de baixa manutenção;
- Os benefícios são potencializados quando implementados em conjunto com outras soluções como biovaletas, telhados verdes, recuperação de Áreas de Proteção Permanente (APP), implementação de parques lineares e outras.

Principais desafios identificados:

- Apesar de exigir baixa manutenção, é preciso fiscalizar os pontos de implementação dessas soluções com frequência, sobretudo após eventos

pluviais significativos;

- Necessário incluir essas soluções em políticas e regulamentações;
- É preciso considerar atualizações e mudanças em códigos de obras, regulamentações e práticas das engenharias e planejamento urbano;
- Aceitação dessas soluções por parte do corpo técnico responsável pelo planejamento urbano, desvinculando a ideia de que apenas soluções cinzas são eficientes.

As recomendações apresentadas acima podem se tornar projetos e obras de implementação e de requalificação do território. É importante que essas soluções sejam incorporadas nos instrumentos de planejamento urbano, legislação, programas e regulamentações, considerando a diversidade de contextos e características regionais do país.

Mudanças de cenários tradicionais para o cenário da inovação e transformação requerem o acompanhamento de três complementos fundamentais: técnico, financeiro e institucional. Sendo o pilar técnico relacionado ao conhecimento e habilidades, o institucional engloba ações jurídicas e legais e o financeiro sendo o mecanismo necessário para garantir recursos (MCID *et al.*, 2022)

A decisão de implantar Soluções Baseadas na Natureza deve surgir de questões técnicas claramente orientadas a problemas e desafios e previstas em instrumentos de planejamento urbano e projetos e obras estruturais discutidas amplamente entre diversos atores e setores (CGEE, 2022).

O monitoramento e a avaliação dos impactos e benefícios devem ser realizados de forma sistemática, subsidiando a tomada de decisões e aprimorando as práticas adotadas. É importante estabelecer indicadores adequados para medir os efeitos das intervenções, como a melhoria da qualidade da água, o aumento da biodiversidade e a redução dos riscos de desastres, alagamentos e enchentes.

Além disso, é necessário acompanhar os benefícios sociais, como a melhoria da saúde pública e a promoção da justiça ambiental. Essas informações embasadas em dados científicos podem contribuir para a tomada de decisões e desenvolvimento de estratégias eficientes. Essas proposições desempenham um papel crucial ao promover a resiliência dos ecossistemas.

As recomendações apresentadas nesse artigo são ideias para reconstituir o tecido urbano em bases sustentáveis. A partir da implementação das recomendações orientadas e integração das estratégias nas políticas e programas públicos, busca-se um desenvolvimento urbano resiliente e equitativo. Essas intervenções oferecem soluções eficazes para enfrentar desafios globais, aproveitando os benefícios da natureza.

5. CONCLUSÃO

A literatura revisada sugere que os conceitos de soluções para atenuação dos impactos da urbanização, que usam como base princípios da natureza, ainda não estão amplamente estabelecidos. No entanto, mesmo que não haja um consenso, há clareza na importância de intervenções, projetos e obras que considerem a natureza como orientadora de suas ações. O mais importante é que os benefícios adquiridos pela implementação de estratégias SBN tem o potencial de ser ampliado por pessoas tomadoras de decisão e ser inserido no sistema público, a fim de solucionar problemas da atualidade.

Este artigo explorou como as políticas públicas urbanas podem desempenhar um papel fundamental na promoção e implementação dessas soluções sustentáveis, apresentando estratégias e discutindo os benefícios e desafios associados. Nesse contexto, Soluções Baseadas na Natureza e Infraestrutura Verde têm se destacado como abordagens promissoras para promover a sustentabilidade urbana. Existem diversos níveis de políticas públicas capazes de absorver os conceitos e estratégias apresentados, seja por meio de legislação e instrumentos legais, por programas de financiamento e fomento de projetos

urbanos sustentáveis e agenda comum de gestão do território.

Para enfrentar os desafios, é importante considerar maior aporte para financiamento das Soluções Baseadas na Natureza e Infraestrutura Verde como medidas de adaptação e mitigação aos efeitos das mudanças climáticas.

Este artigo faz uma contribuição ao apresentar recomendações para compatibilidade de três políticas públicas urbanas na implementação de Soluções Baseadas na Natureza e Infraestrutura Verde em busca de um planejamento urbano mais sustentável. No entanto, este trabalho abre caminhos para que uma melhor e mais aprofundada sistematização dos conceitos seja necessária, a partir de uma leitura crítica dos termos e das diferentes formas de implementação. É preciso, também, analisar a viabilidade das políticas públicas na aplicabilidade das SBN a nível local, ou seja, desenvolver projetos pilotos que atestem de forma mais precisa quais as potencialidades e desafios associados. Ainda vale considerar o aumento da amostra de políticas públicas urbanas, abrindo o caminho para avanços no conhecimento acadêmico-científico.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Relatório final do 8º Fórum Mundial da Água**. Conselho Mundial da Água. Brasília: ANA, 2018. 265p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Brasília: ANA, 2018. 72p.

CALFAPIETRA, C.; CHERUBINI, L. **Green infrastructure: nature-based solutions for sustainable and resilient cities**. *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 37, 2019. 1-2p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Catálogo brasileiro de soluções baseadas na natureza**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022. 29p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções Baseadas na Natureza (SBN)**. Resumo Executivo. Brasília: CGEE, 2022. 38p.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based solutions to address global societal challenges**. Switzerland: IUCN, 2016. 114p.

COHEN-SHACHAM, E. *et al.* **Core principles for successfully implementing and upscaling nature-based solutions**. *Environmental Science & Policy*, Volume 98, 2019. 20-29p.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. *Paisagem e Ambiente*, número 25, 2008. 127-142p.

COSTA, M. A. B. *et al.* **Contextualização da política urbana no Brasil e reflexões iniciais para a construção da PNDU**. Texto para Discussão, No. 2686. Brasília: IPEA, 2021. 104p.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Nature-Based Solutions**. 2015. Disponível em: <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en>. Acesso em: 21 jun. 2023.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista LABVERDE, número 01, 2010. 92-115p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **No time to lose: make full use of nature-based solutions in the post-2012 climate change regime**. Position Paper. Fifteenth session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP15). Copenhagen, Denmark. 2009. 4p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Defining nature-based solutions**. WCC-2016-Res-069-EM, Hawaii, 2016. 2p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_EN.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. População e domicílios. Primeiros resultados. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=publicacoes>>. Acesso em: 15 jul. 2023.

KRCHNAK, K.; SMITH, M.; DEUTZ, A. **Putting Nature in the Nexus: Investing in Natural Infrastructure to Advance Water-Energy Food Security**. In The Water, Energy and Food Security Nexus – Solutions for the Green Economy Background Papers for the Stakeholder Engagement Process. Bonn, Germany: IUCN and The Nature Conservancy, 2011. 8p.

LYNCH-CARIS, T. M.; WEAVER, J.; KLEINKE, D. K. **Biomimicry Innovation as a Tool for Design**. Proceedings of the 2012 – ASEE Conference & Exposition, San Antonio, Texas, 2012. 12 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCID); MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE (MMA); GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). **Soluções baseadas na natureza para o retroajuste ambiental e a ação climática nas cidades**. Projeto ANDUS, Nota Técnica. Brasília: ANDUS, 2022. 33p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Manual de fomento**. Programa Pró-Cidades. Brasília: MDR, 2019. 30p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Objetivos de Desenvolvimento Urbano Sustentável (ODUS). Resultados do processo participativo de construção dos ODUS**. Semana Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável. 20 anos do Estatuto das Cidades: aprendizados e caminhos para a agenda urbana brasileira. Apresentação realizada durante a Semana DUS (06/12 a 10/12/21). Brasília: MDR, 2021. Disponível em: <<https://www.redus.org.br/iniciativas/pndu/biblioteca/f6550982-do3f-4b85-89cb-c4f1287b18cc>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR); DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). **Bases para a atualização colaborativa da Agenda Nacional De Desenvolvimento Urbano Sustentável**. Brasília: ANDUS, 2021. 84 p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). **Agenda Ambiental**. Brasília: ANDUS, 2022. 213 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MIDR). **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: <<http://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/index.xhtml>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). **Mapeamento dos serviços ecossistêmicos no território - cartilha metodológica: A experiência de Duque de Caxias (RJ)**. Publicação do Projeto TEEB Regional. Brasília: MMA, 2018. 64p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Zoneamento ambiental municipal: o meio ambiente contribuindo para o planejamento urbano**. Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Brasília: MMA, 2018. 86p.

MELO, C.; GROSSI, C. D. P. **Zoneamento Ambiental Municipal: a percepção do gestor público sobre a efetividade do instrumento como apoio ao planejamento territorial**. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, [S. l.], v. 13, n. 2, 2022. 192–199p.

MELO, C.; PISANI, M. A. J. **A contribuição do Zoneamento Ambiental Municipal para as cidades costeiras do Brasil**. V Jornada Discente. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU UPM. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2021. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/6-pos-graduacao/upm-higienopolis/mestrado-doutorado/arquitetura-urbanismo/V_Jornada_discente_Mesa3_13.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

MENDES, A. T. & SANTOS, G. R. **Infraestruturas Sustentáveis No Brasil: Oportunidades Para o Saneamento E Políticas Urbanas**. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. número 25, 2021. 27–38p.

PEREIRA, M. C. S. *et al.* **Influência do controle da impermeabilização no custo do sistema de drenagem**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS, 2013. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?job=1589>>. Acesso em: 1º jul. 2023.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. **Trajatória Da Política Ambiental Federal No Brasil**. Capítulo publicado no livro Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Organizadora: Adriana Maria Magalhães de Moura. Brasília: Ipea, 2016. 32p.

ONU-HABITAT, Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos. **Nova Agenda Urbana: Habitat III**. Quito, 2016. 66p.

ONU-HABITAT. **World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities**. Disponível em: <<https://unhabitat.org/wcr/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Editora UnB, 3ª Edição, 2013. 192 p.

SANTOS, K. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS, M. N. M. **Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande - PB**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Volume 22, número 5, 2017. 943–952 p.

SANTOS, A. M. S. P. ET AL. **O município e os desafios da política urbana em aglomerados urbanos: a experiência da metrópole fluminense**. Geo UERJ, [S.l.], número 36, 2020. 22 p.

STRUCHEL, A. C. O., MENEZES, Rogério (Org.). **Gestão ambiental para cidades sustentáveis**. Vários autores. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 198 p.

TCU, TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Plano Estratégico do Tribunal de Contas da União 2023–2028**. Brasília, DF. 2023. Disponível em: <<https://sites.tcu.gov.br/2025/index.html#objetivos-estrategicos>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas**. Estudos Avançados 22 (63), 2018. 16 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

UNEP, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Nature-based solutions: opportunities and challenges for scaling up knowledge**. United Nations Environment Programme, 2022. 40p. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/report/nature-based-solutions-opportunities-and-challenges-scaling>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

UNESCO, Programa das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água**, resumo executivo, 2018. 11p.

WORLD BANK. **High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy.** Executive Summary. World Bank, Washington, DC. 2016. 69 p.

WORLD BANK. **Biodiversity, climate change and adaptation: nature-based solutions from the World Bank portfolio.** 2008. 112 p.

13

Em direção a uma paisagem ecológica: jardim de chuva como um meio de preservação do Plano Piloto de Brasília

VALE, Gabriela Santana do¹; **MEDEIROS**, José Marcelo Martins²

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, Brasília, Brasil | gsvale.contato@gmail.com

²Universidade Federal do Tocantins, Curso de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Palmas, Brasil | medeirosjose@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

É dito que a contemporaneidade está na era do Antropoceno (Grupo Iberdrola, 2023), caracterizada pelos resultados da ação humana na Terra, como: alteração na composição química da atmosfera, extinção em massa de espécies de fauna e flora, alterações climáticas. Esses resultados advêm, em grande parte, do modo e da velocidade de expansão das cidades, os quais paulatinamente ignoram os ciclos naturais. A drenagem urbana presente nas cidades, por exemplo, tradicionalmente trata do escoamento pluvial sem considerar a importância do ciclo hidrológico local.

Isso marca uma forte compactação do solo (devido à substituição da cobertura natural por gramíneas, dentre outros fatores) e um escasso tratamento da paisagem, os quais fazem o rápido escoamento das águas pluviais e configuram um metabolismo linear para as cidades (Oliveira; Bezerra; Perna, 2021). Essa situação também está presente em Brasília, Distrito Federal, da qual 60% é área verde, mas essa tem fraca função ecossistêmica e social.

Dessa forma, a população brasiliense, cada vez mais, convive com alagamentos,

prejuízos na prestação de serviços públicos e poluição, na vida tanto das pessoas quanto da fauna e flora locais. Outro agravante é a estimativa de que 68% da população mundial será urbana até 2050 (Organização das Nações Unidas – Habitat, 2022) e Brasília segue essa tendência, uma das cidades que mais cresce no Brasil. Isso mostra a necessidade, já urgente, não só de compreender a paisagem como essencial, mas também de agir para preservá-la e usá-la em favor da vida na Terra.

Além disso, em se tratando do Distrito Federal, é importante ressaltar a relevância de preservar seu Conjunto Urbanístico de Brasília (Distrito Federal, 1987; Organização das Nações Unidas – Sítios de Patrimônio Mundial, 2022), que é obra única, de grande importância histórica para a humanidade e que deve ser tratada de forma mais consciente a fim de manter sua coesão urbanística.

Dito isso, entende-se que o pensamento ecológico tem sido muito benéfico ao enfrentamento dos desafios urbanos contemporâneos e, tanto soluções baseadas na natureza quanto infraestruturas verdes, têm sido instrumentos de plano e projeto de paisagem em suas dimensões complexas (Sant’Anna, 2020), o que possibilita funções ambientais, socioculturais e econômicas. Ou seja, agem na melhoria da qualidade de vida urbana e comunitária, no impulso aos processos naturais, no aprimoramento da gestão de recursos.

2. OBJETIVO

A pesquisa tem como objetivo geral: aguçar tanto o entendimento quanto o debate sobre a urgência de agir nas cidades, principalmente por meio de soluções baseadas na natureza. Nesse sentido, e de forma mais específica, a pesquisa também busca: compreender o problema presente no sistema de drenagem tradicional do Plano Piloto de Brasília por meio da análise do contexto de viadutos e de rotatórias no Eixo Rodoviário de Brasília; propor ilustrações-síntese com informações úteis à projeção de jardins de chuva em

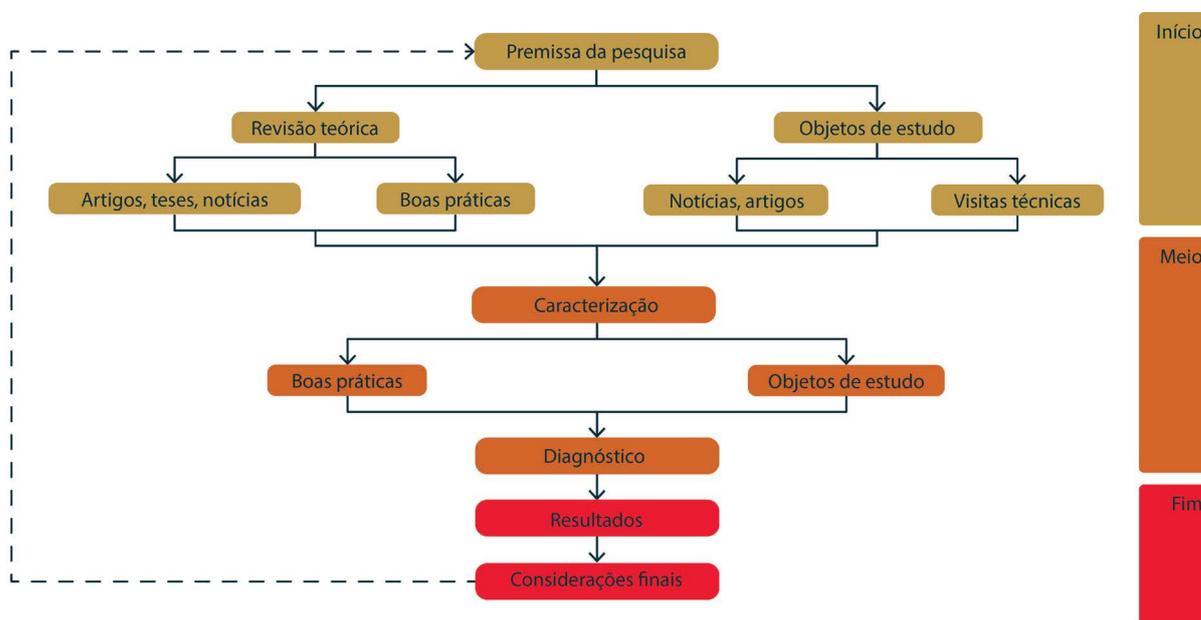
viadutos e rotatórias da cidade; corroborar a importância do uso de vegetação nativa de Cerrado no planejamento urbano do Distrito Federal.

3. MÉTODO

A hipótese da pesquisa considera que a solução ecológica chamada de jardim de chuva tem a capacidade de mitigar problemas de drenagem pluvial presentes em viadutos e em rotatórias das quadras 201/202, 409/410 e 211/212 da Asa Norte do Plano Piloto de Brasília, locais críticos de alagamentos. A fim de compreender o histórico e a situação desses objetos, pesquisaram-se artigos, notícias, teses e dissertações que tratam da drenagem existente e de suas complicações.

Para além disso, exploram-se boas práticas de soluções baseadas na natureza e de infraestrutura verde, mais especificamente aquelas sobre biorretenção. Depois, faz-se uma caracterização tanto dos objetos de estudo quanto dos exemplos de boas práticas. Por fim, analisa-se o contexto e usam-se as informações recolhidas como embasamento teórico para proposição de diretrizes à projetos futuros, os quais vislumbrem um cenário em que a cidade e seus sistemas urbanos naturais se relacionem de forma mais harmônica. A figura a seguir (Figura 1) apresenta a síntese metodológica da pesquisa.

Figura 1. Síntese metodológica da pesquisa: estrutura geral.



Fonte: elaboração própria (2023)

3.1. NO PLANO PILOTO DE LUCIO COSTA

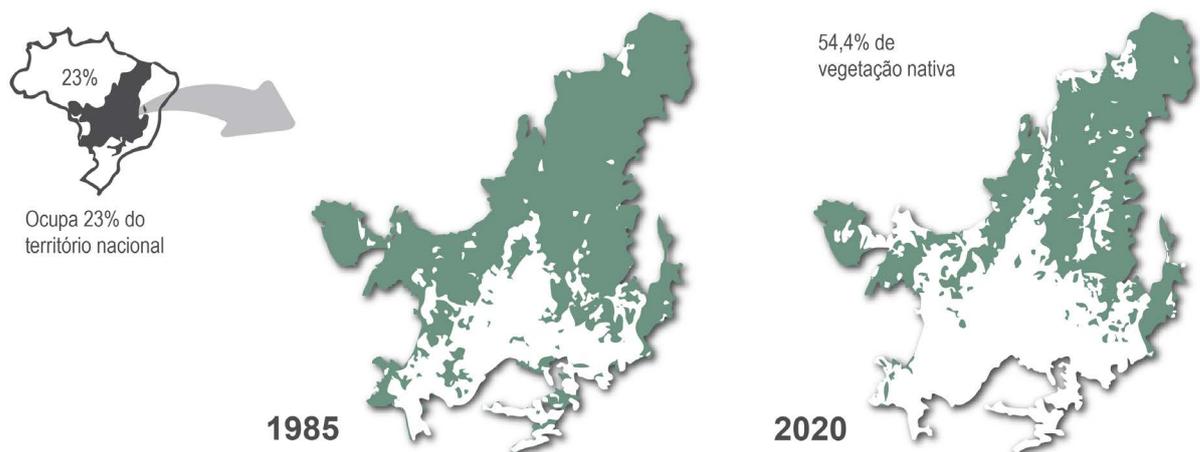
3.1.1. O CERRADO QUE O ABRIGA

Segundo Camila Prado Motta, presidente da Rede Sementes de Cerrado, o Cerrado abriga 5% de toda a biodiversidade do Planeta, é a savana mais biodiversa do mundo e o segundo maior bioma da América do Sul¹. Ele possui mais de 02 milhões de quilômetros quadrados, aproximadamente 23% do território nacional; interliga 04 dos 05 demais biomas brasileiros (Floresta Amazônica, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica); está presente em 15 estados e 08 das 12 bacias hidrográficas brasileiras dependem da qualidade de sua vegetação (incluindo as nascentes das 03 maiores bacias da América do Sul: Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata). A flora cerratense conta com 12 mil espécies ou mais, adaptadas para a forte sazonalidade do bioma (período de seca e período de chuvas abundantes). Dentre as espécies, 40% são endêmicas e a maior diversidade é encontrada em gramíneas e rasteiras (Siqueira, 2016).

¹ Discurso proferido em 21 de junho de 2023, no I Fórum Paisagem e Paisagismo, no auditório 9 da Universidade de Brasília.

Apesar de tamanha riqueza e importância o Cerrado sofre enorme devastação: é estimado que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas, 137 espécies de animais estejam ameaçadas de extinção (Ministério do Meio Ambiente, 2015 apud Siqueira, 2016) e mais de 50% de sua área tenha sido desmatada. Esse resultado advém da expansão agrícola que visa produção de grãos para exportação e de carnes, da exploração predatória de seu material lenhoso para produção de carvão e das alterações climáticas. Dessa forma, suas reservas naturais (apenas 2,85% de toda sua área) não são suficientes para mantê-lo (Siqueira, 2016). A figura a seguir (Figura 2) apresenta o quanto de território o Cerrado ocupa, além da amplitude de sua devastação.

Figura 2. Abrangência territorial e nível de devastação do Cerrado.



Fonte: elaboração própria (2023) baseada em dados do Mapbiomas (2022)

Segundo compromisso internacional do Acordo de Paris 2015, o Brasil se comprometeu a restaurar 12 milhões de hectares de Cerrado até 2030. Desse total, estima-se que 1% tenha sido restaurado, como apontado por Isabel Belloni Schmidt, professora de ecologia na Universidade de Brasília². Há, então, grande necessidade de restauração e algum conhecimento para que se inicie esse processo, que é auxiliar o retorno do ecossistema a fim de que ele possa seguir sozinho. Por exemplo, segundo Schmidt, é imprescindível restaurar

² Discurso proferido em 14 de junho de 2023, no I Fórum Paisagem e Paisagismo, no auditório 9 da Universidade de Brasília.

principalmente a camada rasteira de herbáceas-arbustivas e por sementeira direta, em contrapartida ao que técnicas tradicionais de restauração apresentam (restaurar por mudas com enfoque em árvores)³. Ou seja, além de restaurá-lo, é necessário fazê-lo com motivação e forma inteligentes, daí a importância de se questionar acerca dos interesses político-econômicos dominantes, pesquisar sobre o bioma e educar o olhar sobre ele.

Nesse sentido, o arquiteto idealizador do Plano Piloto de Brasília, Lúcio Costa, trata da preservação da paisagem cerratense ainda nos anos 80, quando caracteriza a escala bucólica (extensas áreas livres, as quais devem ser densamente arborizadas ou terem guardadas sua cobertura vegetal nativa) no relatório Brasília Revisitada 1985/1987. Assim, marca a importância da arquitetura paisagística como forma de integração das quatro escalas da cidade (residencial, monumental, gregária e bucólica), a fim de preservar sua qualidade urbana (Medeiros, 2008).

3.1.2. A DRENAGEM URBANA EXISTENTE

Tanto o desmatamento pelo agronegócio quanto a alta impermeabilização do solo pela ocupação da cidade, afetam diretamente as funções de uma bacia hidrográfica (Conserva *et al.*, 2019) porque diminuem a infiltração de água. Isso, por sua vez, resulta em danos ao meio ambiente e em crises hídricas como as vivenciadas anualmente pela população brasileira. Assim, tratar da drenagem no Plano Piloto é tratar não só de preservação, mas também de restauração de Cerrado. Além dessas modificações no solo, outro agravante é existir um sistema que não acompanha o crescimento da cidade. As figuras abaixo (Figuras 3 e 4) representam o contraste entre um viaduto no seco e em período de chuvas com alagamento.

³ Discurso proferido em 14 de junho de 2023, no I Fórum Paisagem e Paisagismo, no auditório 9 da Universidade de Brasília.

Figura 3. Viaduto no seco.

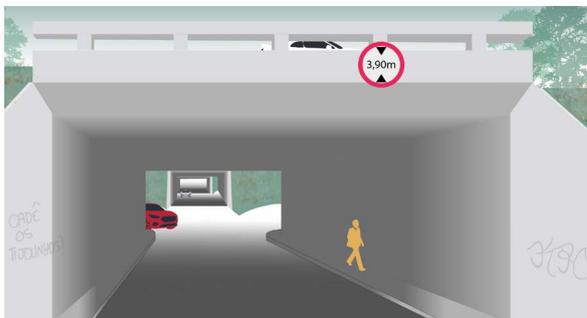


Figura 4. Viaduto com alagamento.



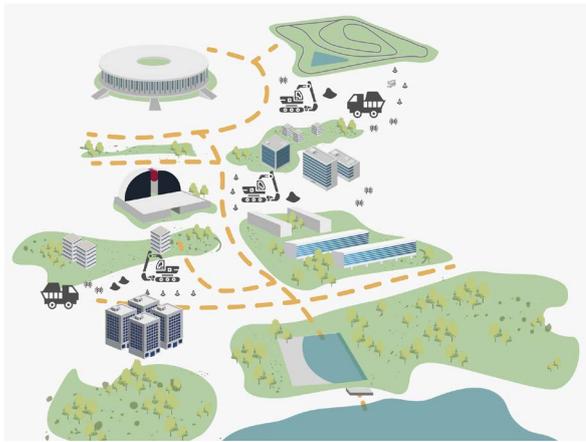
Fonte: elaboração própria (2023)

Eu estava saindo do trabalho, peguei a primeira tesourinha (viaduto) e até aí foi tranquilo, mas na segunda não deu para ver e, quando notei, o carro já tinha apagado. Ficou subindo muita água para dentro do veículo, foi quando parou de funcionar e não ligou mais. O pessoal do SLU (Serviço de Limpeza Urbana) veio socorrer e me pegou no colo (Diogo; Sallum, 2023).

O Plano Piloto apresentava aproximadamente 6.283 habitantes em 1957 (Paviani, 2018). Já em 2018, 217.073 habitantes. Ou seja, a região cresceu significativamente nas últimas décadas e obras como Setor Sudoeste, Setor Noroeste e Estádio Nacional Mané Garrincha contribuíram para o agravamento da crise hídrica. Quanto aos alagamentos, por exemplo, os pontos mais críticos são o trecho da Avenida W3 em frente ao Setor de Rádio e Televisão Norte e os viadutos das quadras 201/202 e 211/212 Norte (G1 Distrito Federal, 2011).

Em 2021 o Governo do Distrito Federal realizou recuperação estrutural dos viadutos, que incluiu aumento na dimensão de bueiros, pintura, reconstrução de guardarodas. Já em 2023, realizou desobstrução de bueiros (Loiola, 2023). Além disso, em 2022, houve licitação para o Drenar DF, programa que propõe sanar o problema da drenagem via redimensionamento das galerias de águas pluviais nas regiões mais afetadas por alagamentos. Ele se divide em 02 etapas: a 1ª trata do Plano Piloto e a 2ª, de Taguatinga. As figuras abaixo (Figuras 5 e 6) representam o trajeto a ser construído na 1ª etapa e mostram a obra já em andamento, respectivamente.

Figura 5. Programa Drenar DF.
Em tracejado, proposta de trajeto da 1ª etapa



Fonte: elaboração própria (2024) baseada em dados da Secretaria de Estado de Governo do Distrito Federal (2023)

Figura 6. Obra em andamento.
1ª etapa no viaduto 201/202 Norte, em maio



Fonte: autoria própria (2023)

A previsão é de nova tubulação do Estádio Mané Garrincha à via L4 Norte, percorrendo as quadras da faixa 01/02 Norte e chegando próximo ao Lago Paranoá, com um total estimado de 7,68 km de tubulação escavada em 12 e 15 m de profundidade. Nesse fim de percurso também há proposta de um reservatório de contenção e qualificação de água pluvial com capacidade para armazenar entre 70 e 96 mil m³ de água (Fernandes, 2022), o qual funcionará no chamado Parque Internacional da Paz. Além das quadras nas faixas 01/02 Norte, essa etapa do programa também tratará as faixas 10/11 Norte e 13 Sul.

Para além dessas obras, executadas ou em execução, há que se citar o Concurso Nacional Passagens sob o Eixão (Eixo Rodoviário de Brasília), promovido também pelo Governo do Distrito Federal e organizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil, em 2012. Iniciativa necessária à discussão acerca de mobilidade urbana, autonomia, preservação de patrimônio cultural, apropriação de espaço público no Plano Piloto. Tal concurso resultou em propostas com perspectivas importantes.

Entretanto, a drenagem urbana, imprescindível para o local, não se configurou como perspectiva norteadora de projeto. Há, nas pranchas da proposta vencedora do concurso, tímida menção sobre drenagem de águas pluviais em ações de baixo custo de manutenção e,

visto que as passagens subterrâneas estão implantadas ao lado dos viadutos, o projeto que desconsidera ou não desenvolve essa questão não responde à necessidade local primordial.

Tais realizações do GDF de fato beneficiam a transformação da drenagem na cidade. Entretanto, não necessariamente se configuram como soluções definitivas, apesar de algumas serem apresentadas como tal. Essa pesquisa entende que redimensionar bueiros ou galerias pluviais pode controlar a situação, mas não a resolve a longo prazo, visto que Brasília continua a crescer num modo tradicional (com pressão e especulação imobiliária, com alta compactação e impermeabilização do solo, com desmatamento de Cerrado, com falta de estratégias ecológicas, com carência de planejamento urbano integrado e consciente). Ou seja, tratar do sistema de drenagem com o mesmo raciocínio linear que o construiu 63 anos atrás não responde ao cerne do problema. É preciso mudar de paradigma.

Nas rotatórias a situação não é tão diferente. Em 1990, 30 anos após a fundação da cidade e por meio de um programa político-governamental, Brasília começou a apresentar canteiros e rotatórias floridas. À princípio, o Departamento de Parques e Jardins da Companhia Urbanizadora da Nova Capital utilizava apenas folhagens, as quais foram substituídas por espécies de floração exuberante que não sobreviviam por muito tempo. Depois, perceberam gêneros de plantas melhor adaptados ao clima do Cerrado, como: *Heliotropium*, *Tagetes*, *Caliopsis* e *Gaillardia*. Assim, o Plano Piloto de Brasília já possuiu 1500 jardins ornamentais em canteiros e rotatórias, número que foi reduzido a 547 após reformas de expansão do sistema viário (G1 Distrito Federal, 2019).

Na prática, tais jardins são renovados a cada ciclo do ano, pois no período de seca recebem plantas que exigem menos rega e no período de chuva, plantas que suportam grande volume de água. Nas rotatórias são utilizadas, em geral, espécies anuais com florações coloridas e fortes, tipicamente europeias, como as dos gêneros *Syzygium*, *Salvia*, *Petunia*, *Chrysanthemum* (Maramaldo, 2018). Tais plantas são produzidas no Viveiro I da Companhia, numa área de 26 hectares do Setor de Mansões do Park Way, por cerca de 100

pessoas. A quantidade chega a 1 milhão e 500 mil mudas produzidas apenas nesse viveiro e utilizadas na troca semestral de flores dos jardins, para além das espécies perenes, que não necessitam de troca. A equipe de paisagem da Companhia considera o clima, o tamanho de cada espécie, a visualização por pedestres e motoristas e a combinação de cores.

Entretanto, apesar de haver esse cuidado estético, não há grande preocupação paisagística ecossistêmica ou funcional com as rotatórias e, por isso, elas também se apresentam como pontos de alagamentos na cidade. Alguma ação governamental já foi realizada para fins de drenagem, como a abertura de 03 novos ramais de águas pluviais e de 20 bueiros na rotatória da quadra 202 Norte e no meio-fio adjacente (Rodrigues, 2021). Entretanto, são intervenções também paliativas, que apenas minimizam os transtornos. As figuras abaixo (Figura 7 e 8) exemplificam ação de drenagem realizada na rotatória da quadra 201/202 Norte.

Figura 7. Visão geral da rotatória.

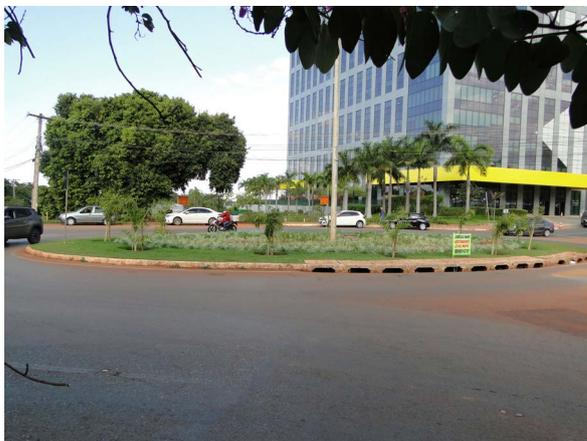


Figura 8. Foco em bueiros realizados na rotatória.



Fonte: autoria própria (2023)

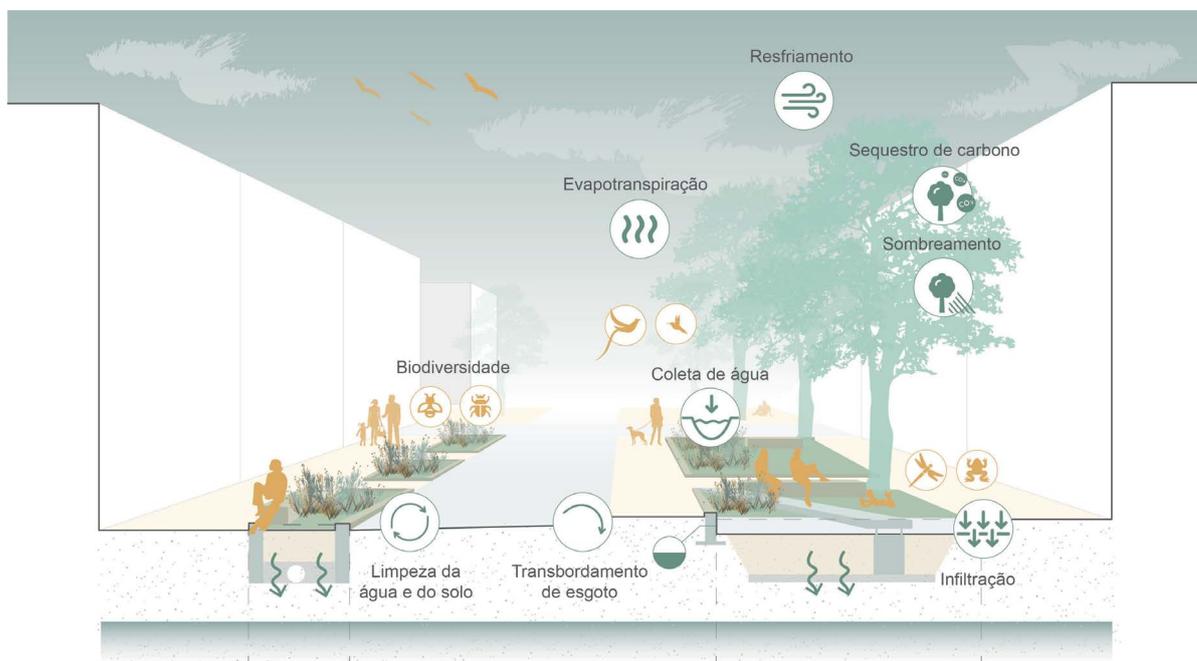
Esse tipo de ação corrobora o pensamento ainda linear com relação ao metabolismo da cidade, a preocupação paisagística se limita a estética e desconsidera o potencial desses elementos urbanos como infraestrutura verde, com funções ecológicas.

3.2. JARDIM DE CHUVA COMO SOLUÇÃO MITIGADORA

Existem diferentes tipos de soluções baseadas na natureza, por exemplo: várzeas fluviais, corredores verdes, florestas urbanas, áreas de biorretenção, terraços e encostas. Tais soluções, por sua vez, contêm diferentes técnicas de tratamento ecológico. O jardim de chuva, técnica a ser explorada nesta pesquisa, está contido na solução de biorretenção, a qual objetiva o aumento da infraestrutura tradicional de águas pluviais e de esgoto por meio de interceptação, infiltração, desvio, mudança de volume e de velocidade e/ou tratamento do fluxo das águas. Um jardim de chuva pode ter formas variadas e pode se adaptar a diferentes ambientes urbanos (em cidades costeiras, montanhosas, fluviais ou de delta), tanto na escala da vizinhança quanto na escala do bairro.

Ele é composto por arbustos nativos, plantas perenes e flores plantadas em uma depressão topográfica, existente ou reafeiçoada, especialmente para receber o escoamento de água pluvial proveniente de telhados e demais áreas impermeabilizadas limítrofes (Cormier; Pellegrino, 2008) e temporariamente retê-lo e absorvê-lo. Essa infiltração pode levar entre 12 e 48 horas, 30% a mais de infiltração do que um gramado convencional (Groundwater Foundation, 2023) alcança. Dessa forma, o jardim mantém um fluxo constante nos corpos d'água, com recarga de lençol freático e aquífero de 15 a 37%. A figura a seguir (Figura 9) representa o funcionamento geral de solução de biorretenção, aplicável ao jardim de chuva.

Figura 9. Funcionamento geral de solução de biorretenção, corte perspectivado.



Fonte: elaboração própria (2023) baseada em dados do World Bank Group (2021)

3.2.1. DIMENSÃO E LOCALIZAÇÃO

Na maior parte do tempo, o jardim de chuva é seco, ou seja, algumas horas após a chuva não deve haver água parada em sua superfície e isso deve ser garantido pelo seu correto dimensionamento. Em geral, apresenta forma mais comprida do que larga e posicionamento perpendicular à inclinação do terreno. Sua profundidade típica é de 10 a 15 cm, com dimensões de 4 x 12 m e área aproximada de 48 m² (Chácara; Sant’Ana, 2018), ou possuir entre 10 e 20% da área impermeável. Existe uma fórmula para calcular o volume (Equação 01) de um reservatório de retenção, que pode ser utilizada para jardim de chuva (Tomaz, 2009 apud Chácara; Sant’Ana, 2018).

$$(1) V = 4,65 \times AI \times A$$

Onde:

V = Volume do reservatório de retenção (m³)

AI = Área impermeável (%)

A = Área da bacia (ha)

4,65 = Coeficiente correspondente a Região Metropolitana de São Paulo⁴

Além disso, é possível calcular o volume para melhoria da qualidade das águas pluviais (Equação 02).

$$(2) WQv = (P \div 1000) \times Rv \times A$$

Onde:

WQv = Volume (m³)

A = Área da bacia (m²)

P = First flush (mm)

$Rv = 0,05 + 0,009 \times AI$ = Coeficiente volumétrico

AI = Área impermeável (%)

Além do dimensionamento adequado, é benéfico que ele (Groundwater Foundation, 2023):

- esteja a pelo menos 3 metros de distância de fundações de edifícios;
- esteja onde há inclinação entre 2% e 12%;
- esteja com sua parte mais rasa pelo menos 30 cm acima do lençol freático, se houver;
- tenha solo que infiltra pelo menos 1,27 cm por hora;
- não esteja onde há acúmulo prolongado de água nem perto de fossa séptica ou similar;
- não esteja acima de linhas de serviço público e nem onde há interferência de árvores (se houver, que essas sejam adaptadas a solo úmido por longo período); e

⁴ Não foi encontrado coeficiente validado para o Distrito Federal, por isso a pesquisa manteve o apresentado, como referência teórica.

- seja implantado num local de meia ou completa insolação, afinal, local de sombra diminui a variedade de vegetação possível.

Vale ressaltar que dimensões podem variar e isso não implica num jardim ineficiente. Se for pequeno, permanece como solução muito eficiente à melhoria da qualidade da água, porque é no período inicial de uma chuva que a maioria dos poluentes é carregada (Cormier; Pellegrino, 2008).

3.2.2. SOLO E VEGETAÇÃO

A eficiência de um jardim de chuva também está sujeita ao tipo de solo e vegetação e à profundidade do relevo. A área destinada deve ser escavada e preenchida com solo de alta permeabilidade mais cobertura morta, os quais maximizam a infiltração de água e o crescimento das plantas, resultando numa infiltração média de 30% (Chácara; Sant’Ana, 2018). Ou seja, o solo não deve ser compactado, muito arenoso, muito argiloso ou com ph alto, mas sim, saudável. Deve ser tratado, então, com composto e insumos que aumentam a porosidade e que o fazem atuar como uma esponja que suga a água.

Além disso, microrganismos e bactérias presentes nele atuam como removedores de poluentes (sedimentos, resíduos sólidos, fertilizantes, pesticidas, óleos, metais pesados) advindos do escoamento superficial. Dessa forma, é importante que sejam feitos testes de solo e de infiltração para as tomadas de decisão acerca desse aspecto. Quanto à cobertura morta a ser colocada, é importante que seja escolhido tipo condizente com o solo e com a variedade de plantas selecionadas para o jardim. Há cobertura orgânica e cobertura inorgânica. A 1ª contém lascas de madeira, palha, folhas, aparas de grama, elementos que ajudam a melhorar a condição do solo; deve estar a alguns centímetros de distância da base de árvores e de plantas lenhosas (para evitar apodrecimento). Já a 2ª contém pedras, cascalhos, seixos, elementos que ajudam a eliminar plantas daninhas (Environmental Protection Agency, 2023).

Em caso de áreas ensolaradas ou em torno de plantas de clima não árido, não é

recomendado o uso de cobertura de rocha, pois irradia muito calor e promove perda de água. Além disso, é preciso cuidar da quantidade de cobertura porque excessos podem reprimir o fluxo de água para as raízes das plantas. A cobertura morta também auxilia na moderação da temperatura do solo, na prevenção de erosão e na evaporação (que permite que o solo retenha água por mais tempo e a vegetação necessite de menos rega).

Já a vegetação recomendada é a nativa do Cerrado, com raízes que atinjam entre 2 e 4,5 m de profundidade (Chácara; Sant'Ana, 2018). As espécies nativas, naturalmente, necessitam de menos rega, não demandam fertilizante, apresentam maior resistência às doenças e pestes, têm sistema de raízes condizente com o local (e que, em sua maioria, é trocado a cada ano, o que também beneficia o solo e a água) e são melhores em utilizar os recursos disponíveis. Além disso, é positivo agrupar espécies com necessidades semelhantes, para reduzir o uso de água de irrigação e para proteger as plantas de falta ou de excesso de rega.

Se não for possível compor um jardim de chuva somente com espécies do Cerrado, ainda é relevante compor um jardim de chuva com espécies que tenham desempenho semelhante e que não sejam potenciais invasoras, até que haja mais pesquisa, incentivo e mercado das espécies do Cerrado. Quanto ao cultivo, espécies mais bem adaptadas a uma condição moderada a úmida de irrigação podem ser plantadas nas partes mais profundas e centrais do jardim, enquanto espécies mais bem adaptadas a uma condição moderada a seca, nas partes mais rasas e externas do jardim (Environmental Protection Agency, 2023).

A vegetação contribui muito ao estabelecimento de microclimas por meio da fotossíntese, que auxilia na umidificação do ar e tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos (Romero, 2000). Além disso, ela aumenta a remoção dos poluentes, responsáveis por 70% da poluição aquática (Environmental Protection Agency, 2023). A eficiência do jardim de chuva é de até 90% na remoção de nutrientes e poluentes e de até 80% na remoção de sedimentos (Groundwater Foundation, 2023).

3.2.3. MANUTENÇÃO E CUSTO

A manutenção de um jardim de chuva inclui inspeção mensal para identificar novas necessidades, mas em geral é importante: retirar lixo, restos de plantas e plantas daninhas; verificar as condições de hidratação das plantas e, se necessário, regar; verificar e resolver possíveis entupimentos causados por sedimentos (Iwaszuk *et al.*, 2019 *apud* World Bank Group, 2021). Dessa forma, ele pode ter uma vida útil de mais de 20 anos (Tomaz, 2009 *apud* Chácara; Sant'Ana, 2018).

No tocante ao custo⁵, um jardim de chuva tem uma estimativa de US\$501,00/m², equivalente a R\$2400,75/m² de investimento para construção e implementação. Já para operação e manutenção anual, a estimativa é de 0,5 a 10% do valor de construção e implementação ou US\$0,1 – US\$2,0/m²/ano, equivalente a R\$0,48 – R\$9,58/m²/ano (Flood and Coastal Erosion Risk Management Research; Development Programme and Environment Agency, 2021 *apud* World Bank Group, 2021).

Tanto em São Paulo quanto em Jundiaí, por exemplo, foram implementados jardins de chuva a baixo custo, com engajamento popular e bons resultados. Em São Paulo, o Largo das Araucárias (antes um terreno público de 600 m² fechado por tapumes e muito depredado), contém trecho de Cerrado nativo, 60 araucárias plantadas e um jardim de chuva com capacidade para 80 m³; realizado pelo escritório Cardim Arquitetura Paisagística, com parcerias, recursos privados, trabalho de 200 voluntários.

Já em Jundiaí, o curso *Sistematização de água na paisagem* originou um jardim de chuva como modelo para replicação na cidade e como forte exemplo de educação ambiental (participaram voluntários do programa Horta Urbana, crianças, professores, técnicos da prefeitura); realizado via parceria entre a Prefeitura de Jundiaí e o Serviço Social do Comércio da cidade.

Para além desses, há dois exemplos estrangeiros interessantes para que se possa

⁵ Cotação em 19 de julho de 2023, Banco Central do Brasil.

vislumbrar diferentes níveis de complexidade possíveis nesse tipo de projeto paisagístico. O primeiro deles é o Parque Minghu do escritório Turenscape, na cidade chinesa de Lianpanshui. Por meio de técnicas regenerativas de projeto, principalmente aquelas de redução do fluxo de água pluvial, um rio canalizado e uma área deteriorada em uma cidade industrial com poluição da água e do ar transformaram-se em parque alagável de escala municipal (31,2 ha), com alta performance e baixo custo, oferecendo serviços de ecossistema, gestão de água, recuperação de habitats nativos e espaço público para a população.

O segundo é a Praça Tåsinge, na cidade dinamarquesa de Copenhague. Realizada pelo Conselho de Copenhague e pelo escritório GHB Arquitetos Paisagistas, ela responde aos constantes alagamentos em solos de edificações do entorno e substituiu um estacionamento de veículos de 1000 m² (totalizando 7000 m² de obra). O projeto foi do tipo participativo e, após sua implementação, os moradores locais formaram um comitê que organiza atividades coletivas e manutenção dos jardins.

3.3. JARDIM DE CERRADO

Como visto tanto na caracterização de jardim de chuva quanto na apresentação dos exemplos de boas práticas, a vegetação recomendada para uma solução de biorretenção é a nativa. Dessa forma, há dois exemplos de boas práticas paisagísticas no Plano Piloto, os quais elucidam bem como a vegetação nativa pode ser utilizada.

O primeiro deles, Jardim Piloto, é o primeiro jardim naturalista de Cerrado numa rotatória do Plano Piloto, mais especificamente na quadra 410 Norte. Foi realizado pela arquiteta-paisagista Mariana Siqueira, em parceria com diversas entidades e profissionais e via programa governamental Adote uma Praça. Expedições, produção de mudas tanto em Brasília quanto na Chapada dos Veadeiros, elaboração do projeto a várias mãos e trabalho de diversos voluntários resultaram num jardim com 2250 mudas de espécies nativas, muitas delas inéditas em jardim público. Infelizmente, esse projeto sofreu vandalismo antes mesmo da primeira floração, que aconteceria no fim de 2020. Entretanto, o jardim

recebeu replantio parcial em janeiro de 2021 (Diogo; Sallum, 2021) e continua presente. As figuras abaixo (Figuras 10 e 11) mostram esse exemplo.

Figura 10. *Jardim Piloto, naturalista de Cerrado.*



Figura 11. *Jardim Piloto, foco em espécies inéditas.*



Fonte: autoria própria (2023)

Já o segundo exemplo, no Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília, é um jardim também naturalista e implantado em rotatória. Porém, mistura espécies nativas e exóticas. Foi criado em resposta à hídrica na universidade. O objetivo dele, além de explorar a estética naturalista, foi manter baixa manutenção. Foram utilizadas espécies do próprio viveiro da universidade e o projeto é resultado de estudos da Prefeitura da UnB para criação de um modelo replicável. As figuras abaixo (Figuras 12 e 13) mostram esse exemplo.

Figura 12. *Jardim no ICC, naturalista misto.*



Figura 13. *Jardim no ICC, foco em mistura de espécies.*



Fonte: autoria própria (2023)

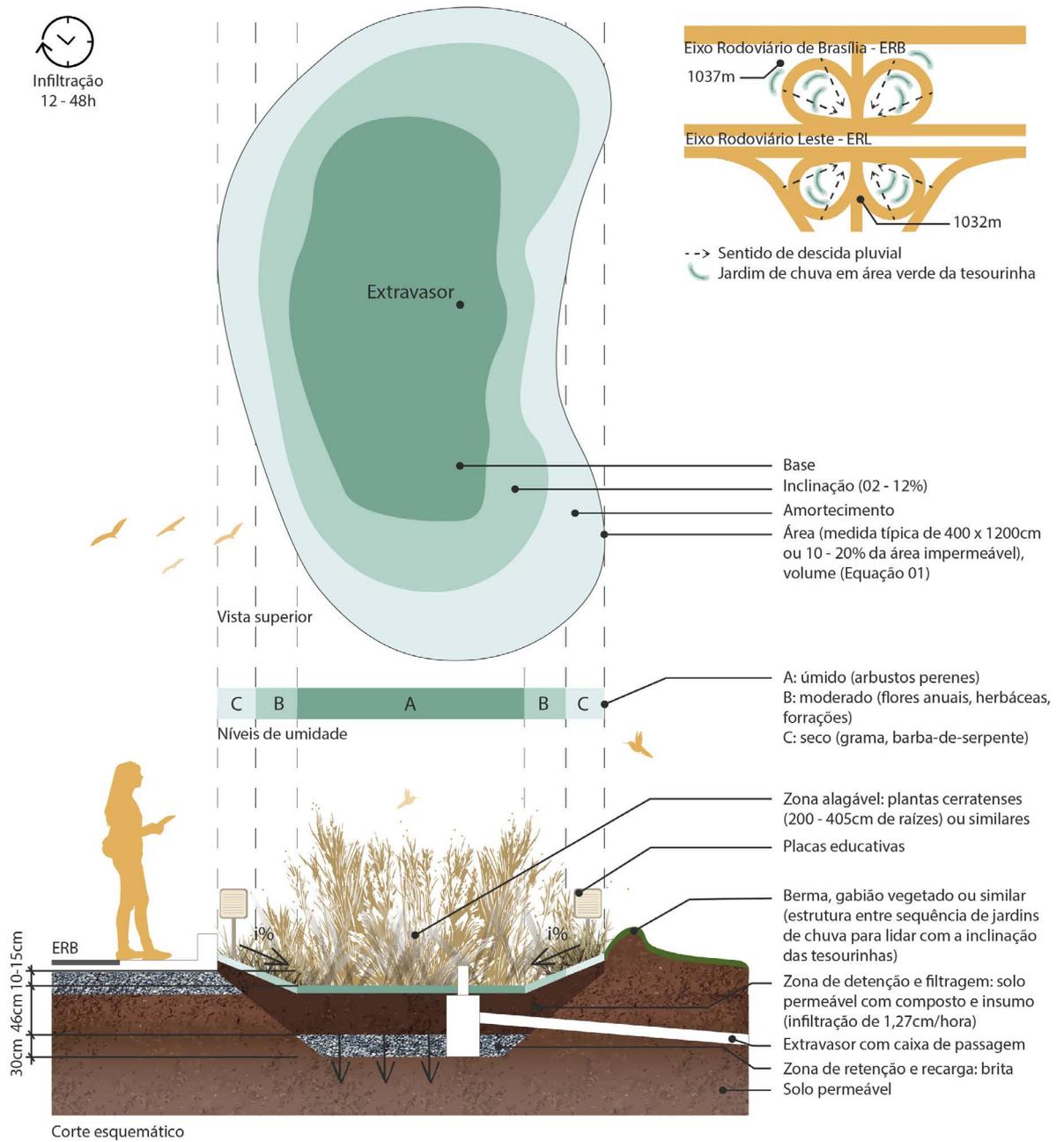
4. UM PLANO PILOTO ESPONJOSO

A cidade esponjosa é aquela que retém e absorve a água pluvial onde ela cai, por meio de sistemas ecológicos de drenagem urbana os quais podem ser combinados com o sistema viário e com edifícios da cidade (Archdaily, 2022). Dito isso, os resultados alcançados pela presente pesquisa são, a seguir, apresentados na forma de duas ilustrações-síntese. A primeira foca em viadutos e a segunda, em rotatórias. Ambas resumem orientações projetuais para a concepção de jardins de chuva em projetos urbanos futuros no Plano Piloto da capital, a visar a capacidade da paisagem existente se tornar multifuncional, principalmente ecológica.

4.1. VIADUTOS

A figura a seguir (Figura 14) mostra ilustração-síntese de diretrizes para jardins de chuva em viadutos, considerando-os em sequência escalonada.

Figura 14. Ilustração-síntese de diretrizes para jardins de chuva em viadutos do Plano Piloto.

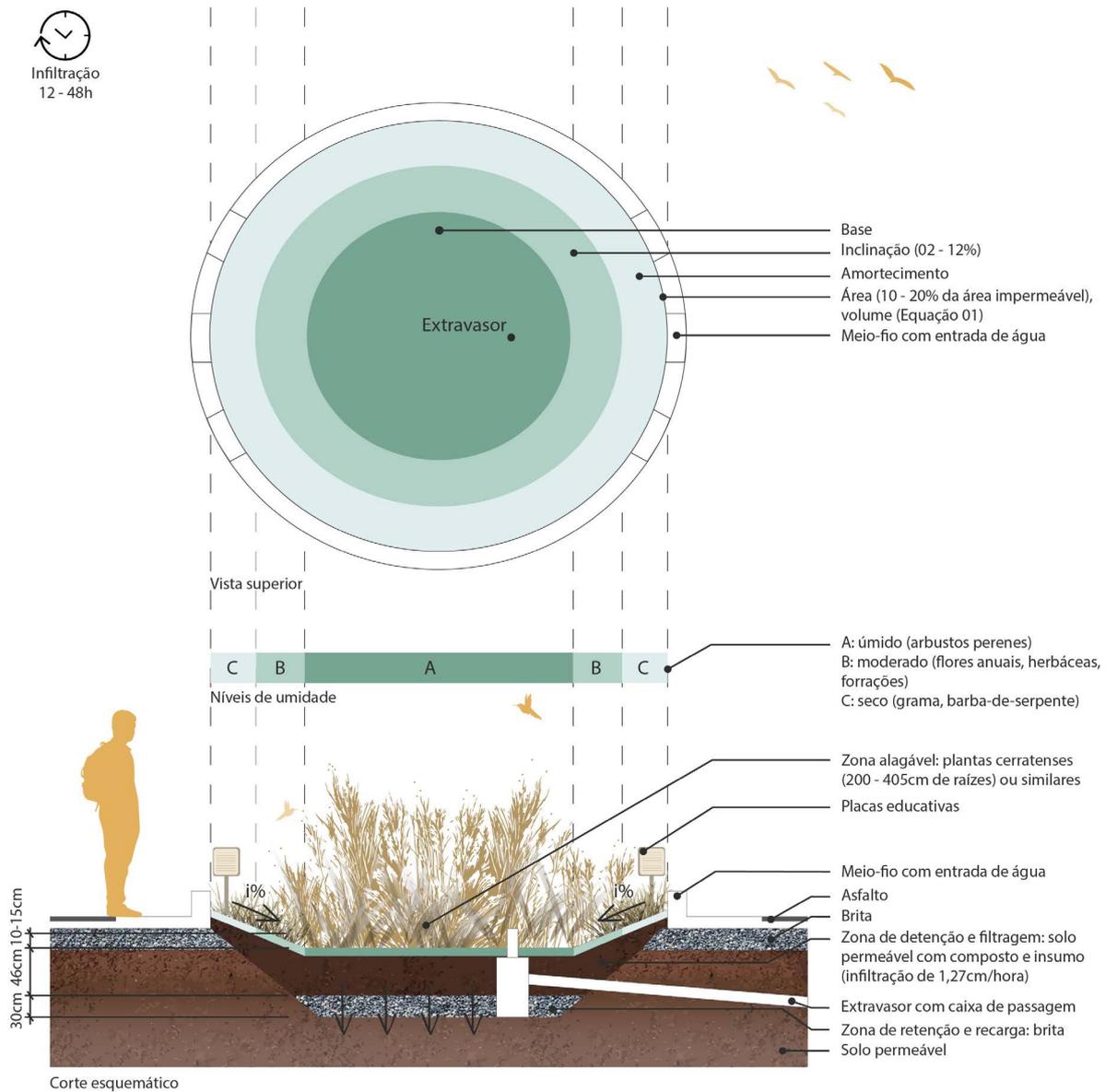


Fonte: autoria própria (2023)

4.2. ROTATÓRIAS

A figura a seguir (Figura 15) mostra ilustração-síntese de diretrizes para jardim de chuva em rotatórias.

Figura 15. Ilustração-síntese de diretrizes para jardim de chuva em rotatórias do Plano Piloto.



Fonte: autoria própria (2023)

5. CONCLUSÃO

Apesar do uso de plantas em espaços verdes públicos estar mais presente no século XXI, ainda é um uso carente de espécies diversificadas e quase ausente de espécies nativas. Assim, é imprescindível não somente preservar, mas também restaurar a paisagem cerratense e, para isso, os jardins de chuva se mostram possíveis tanto para uma mudança de perspectiva sobre o uso de Cerrado na paisagem construída, quanto para endereçar problemas de drenagem em viadutos e em rotatórias do Plano Piloto, porque unem funções e agregam eficiência ao sistema existente. Ainda, podem preservar o próprio Plano Piloto, pelo tratamento da escala bucólica projetada por Lucio Costa.

Dentre as funções e benefícios possíveis pelos jardins de chuva estão: melhoramento da qualidade da água, controle de alagamentos e recarga de aquífero por meio de filtragem e infiltração; aumento da biodiversidade local por uso de espécies nativas; economia, por apresentarem custo baixo; prevenção de erosão do solo; melhoramento da qualidade de vida da população, pela redução na poluição, pelo aumento de conforto térmico e pela estética; uso recreacional e uso educacional.

Entretanto, é preciso planejá-los com base em diretrizes fundamentadas, como as sugeridas pela pesquisa. Ademais, é preciso implantá-los em objetos de estudo elegíveis e, por isso, a pesquisa sugere investigações futuras por meio do comportamento das bacias hidrográficas locais, a fim de elencar critérios de seleção (de viadutos e rotatórias que podem receber essa solução) e de dimensionamento mais aprofundados. Assim, vislumbrar um Plano Piloto esponjoso é tratá-lo com a devida atenção ao ciclo da água presente, à paisagem nativa que o contém e à significância cultural que expressa.

6. REFERÊNCIAS

ARCHDAILY, Team. **What is a sponge city and how does it work?** [O que é uma cidade-esponja e como ela funciona?]. Tradução livre. Archdaily, 21 abr. 2022. ISSN: 0719-8884. Disponível em: https://www.archdaily.com/979982/what-is-a-sponge-city-and-how-does-it-work?ad_campaign=normal-tag. Acesso em: 10 jun. 2023

CHÁCARA, Thamires da Cruz; SANT'ANA, Daniel Richard. **Soluções ecológicas para drenagem urbana na escala da edificação: uma revisão de literatura.** In: 1º SIMPÓSIO REABILITA, 1., 2018, Brasília. Anais [...]. Brasília: UnB, 2018.

CONSERVA, Cátia dos Santos; ANDRADE, Liza Maria Souza de; SANT'ANA, Daniel Richard; CARVALHO, Daniela Junqueira; COSTA, Maria Elisa Leite; KOIDE, Sérgio. **Olhares sobre a drenagem em Brasília: expansão urbana e infraestrutura sociológica na Serrinha do Paranoá, DF.** *Mix Sustentável*, Florianópolis, v. 5, n. 02, p. 149-164, jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.149-164>. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40806>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CORMIER, Nathaniel; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana.** *Paisagem E Ambiente*, São Paulo, n. 25, p. 127-142, 2008. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.voi25p127-142>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº. 10.829, de 14 de outubro de 1987.** Regulamenta o artigo 38 da Lei nº. 3.751, de 13 de abril de 1960, no que se refere à preservação da concepção urbanística de Brasília. *Diário Oficial do Distrito Federal: seção suplemento 2*, Brasília, Distrito Federal, ano 12, n. 201, p. 1, col. 1, 23 out. 1987. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/15139/Decreto_10829_14_10_1987.html. Acesso em: 11 jun. 2023.

DIOGO, Darcianne; SALLUM, Samanta; SOUZA, Arthur de. **Temporal deixa carros ilhados em tesourinha da Asa Norte.** *Correio Braziliense*, 10 abr. 2023, 22:26. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2023/04/5086410-video-temporal-deixa-carros-ilhados-em-tesourinha-da-asa-norte.html>. Acesso em: 17 jun. 2023

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soak up the rain: what's the problem?** [Absorva a chuva: qual o problema?], 24 mar. 2023. Tradução livre. Disponível em: <https://www.epa.gov/soakuptherain/soak-rain-whats-problem>. Acesso em: 20 jul. 2023

FERNANDES, Claudio. **Licitada obra que corrigirá drenagem pluvial no Plano Piloto.** Agência Brasília, Brasília, 04 out. 2022, 17:52. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2022/10/04/licitada-obra-que-corrigira-drenagem-pluvial-no-plano-piloto/>. Acesso em: 20 jun. 2023

G1 DISTRITO FEDERAL, Equipe. **Canteiros floridos chamam a atenção nas ruas de Brasília; saiba como começou a tradição.** G1 Distrito Federal, Brasília, 28 dez. 2019, 18:32. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2019/12/28/canteiros-floridos-chamam-a-atencao-nas-ruas-de-brasilia-saiba-como-comecou-a-tradicao.ghtml>. Acesso em: 25 jun. 2023

G1 DISTRITO FEDERAL, Equipe. **Estudo da Adasa mostra os pontos críticos de alagamentos do DF.** G1 Distrito Federal, Brasília, 11 out. 2011, 13:02. Disponível em: <https://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2011/10/estudo-da-adasa-mostra-os-pontos-criticos-de-alagamentos-do-df.html>. Acesso em: 25 jun. 2023

GROUNDWATER FOUNDATION. **What is a rain garden?** [O que é um jardim de chuva?]. Tradução livre. Disponível em: <https://groundwater.org/rain-gardens/>. Acesso em: 20 jul. 2023

GRUPO IBERDROLA. **O antropoceno: a era em que o artificial tem mais peso que o natural**, 2023. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-antropoceno>. Acesso em: 15 jul. 2023

LOIOLA, Catarina. **Bocas de lobo das tesourinhas da Asa Sul são desobstruídas.** Agência Brasília, Brasília, 05 mai. 2023, 13:43. Disponível em: <https://agenciabrasilia.df.gov.br/2023/05/04/bocas-de-lobo-das-tesourinhas-da-asa-sul-sao-desobstruidas/?amp=1>. Acesso em: 12 jul. 2023

MARAMALDO, Matheus. **2018_PRC_Padrão rotatórias UnB.** Prefeitura da Universidade de Brasília - PRC, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.prefeitura.unb.br/index.php/165-artigos-cops/859-2018-prc-padrão-rotatorias-unb>. Acesso em: 10 jul. 2023

MEDEIROS, José Marcelo Martins. **Visões de um Paisagismo Ecológico na Orla do Lago Paranoá.** 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4880>. Acesso em: 24 mar. 2023.

OLIVEIRA, Aline; BEZERRA, Maria do Carmo; PERNA, Isabela. **Infraestruturas baseadas na natureza para as águas urbanas: explorando o potencial das áreas verdes de Brasília**. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, Brasília, v. 9, n. 22, p. 41-52, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.17271/2317860492220212867>. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/2867. Acesso em: 10 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – HABITAT. **População mundial será 68% urbana até 2050**, 01 jul. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050#:~:text=As%20%C3%A1reas%20urbanas%20j%C3%A1%20abrigam,das%20Na%C3%A7%C3%B5es%20Unidas%2C%20Ant%C3%B3nio%20Guterres>. Acesso em: 20 mar. 2023

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – SÍTIOS DE PATRIMÔNIO MUNDIAL. **State of conservation report**, nov. 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/Gabriela/Downloads/7B-Brazil-Brasilia-02DEC22-public.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023

PAVIANI, Aldo. **Brasília, o passado estruturante**. Codeplan, 22 mar, 2018, 17:11. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/brasilia-o-passado-estruturante/>. Acesso em: 17 jun. 2023

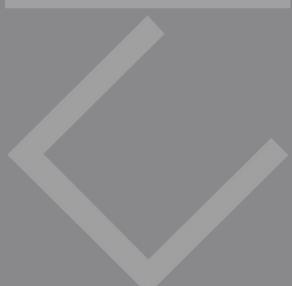
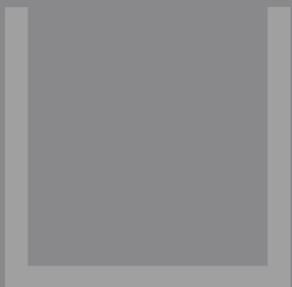
RODRIGUES, Gizella. **Serviços reforçados nas Asas Norte e Sul depois das chuvas**. Agência Brasília, Brasília, 24 fev. 2021, 12:57. Disponível em: <https://agenciabrasilia.df.gov.br/2021/02/17/servicos-reforcados-nas-asas-norte-e-sul-depois-das-chuvas/?amp=1>. Acesso em: 15 jul. 2023

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Livro (Arquitetura e Urbanismo). Brasília: CopyMarket.com, 2000. Disponível em: http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023

SANT'ANNA, Camila Gomes. **A infraestrutura verde e sua contribuição para o desenho da cidade**. 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39399>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SIQUEIRA, Mariana de Melo. **Jardins de Cerrado: potencial paisagístico da savana brasileira**. Varau CAU/UCB, Brasília, n. 04, p. 32-46, 2016. Disponível em: <https://www.jardinsdecerrado.com/publicacoes-academicas>. Acesso em: 20 mai. 2023.

WORLD BANK GROUP. **A catalogue of nature-based solutions for urban resilience** [Um catálogo de soluções baseadas na natureza para resiliência urbana]. Tradução livre. Washington, District of Columbia, 2021. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/502101636360985715/pdf/A-Catalogue-of-Nature-based-Solutions-for-Urban-Resilience.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.



SOBRE OS AUTORES

PREFÁCIO

MARTA ADRIANA BUSTOS ROMERO romero@unb.br



Marta Adriana Bustos Romero é Professora Titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Possui graduação pela Universidad de Chile e pela PUCCAMP (1978). Especialista pela USP-São Carlos (1980), Mestre pela UnB (1985), Doutora pela UPC (1993), Pós-Doutora pela PSU (2001). Posição 3.370 entre as cientistas mais influentes na *Latin America Top 10.000 Scientists AD Scientific Index 2021 (Alper-Doger Scientific Index)*. Experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes campos: tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, sustentabilidade, urbanismo sustentável, bioclimatismo, desenho urbano, espaço público, e arquitetura e clima. Autora de diversos livros e coletâneas de referência, como: “Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano (1988); “Arquitetura Bioclimática do Espaço Público” (2001). Principal pesquisadora do LaSUS. Coordenadora do REABILITA.

APRESENTAÇÃO

ROBERTA CONSENTINO KRONKA MÜLFARTH rkronka@usp.br



Roberta Consentino Kronka Mülfarth é Professora Titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; bolsista produtividade CNPQ; residente da Comissão de Pesquisa e Inovação da FAUUSP; vice-coordenadora científica do NAP-USP CIDADES; arquiteta e urbanista pela FAUUSP, mestra pelo Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP e doutora pela FAUUSP. Tem experiência na área de Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, na subárea de Conforto Ambiental, atuando principalmente em sustentabilidade e ergonomia. Autora do livro “Repensando Ergonomia: do edifício ao espaço urbano” e coautora do livro “Towards Green Campus Operations, Energy, Climate and Sustainable Development Initiatives at Universities”.

EIXO 1 BIOCLIMATISMO E PROJETO ARQUITETÔNICO

1 PSICOLOGIA AMBIENTAL E BIOFILIA PARA ARQUITETURA ESCOLAR: FUNDAMENTOS, CONCEITOS E PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO NAS INSTITUIÇÕES ESCOLARES

SOFIA SORIANO COCHAMANIDIS *arqsofiasoriano@gmail.com*



Sofia Soriano Cochamanidis graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Católica Dom Bosco e especializou-se em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Atua como arquiteta autônoma e é graduanda do curso de Psicologia na faculdade Insted, em que busca aprofundar sua compreensão sobre a interação entre o ambiente construído e o bem-estar psicológico do ser humano.

THIAGO MONTENEGRO GOES *thiago_goes@ufg.br*



Thiago Góes é professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFG desde 2023. Arquiteto e urbanista (UFSC, 2011), especialista pelo Reabilita (2017), mestre (2018) e doutorando do Programa de Pós-Graduação da FAU/UnB. Especialista em simulação do conforto e desempenho ambiental e eficiência energética. Possui experiência no ensino superior como professor na UniProjeção (2018-2019), UnB (2019-2020) e Reabilita (2019-2020). Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Simulação no Ambiente Construído e do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo.

2 LAZER, ACÚSTICA E QUALIDADE AMBIENTAL: CONDICIONAMENTO ACÚSTICO DE UM RESTAURANTE EM REGENTE FEIJÓ/SP

BRUNA KAROLINE SILVA *brunakaroline0601@gmail.com*



Bruna Karoline da Silva é arquiteta e urbanista pelo Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo, especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Foi estagiária em diversos escritórios, participando de obras no Brasil e Estados Unidos. Já graduada, trabalhou como arquiteta em reformas e construções de médio e grande porte, tendo como projeto de destaque a obra do Centro de Distribuição da Ambev em Presidente Prudente, em São Paulo. Atualmente, é arquiteta sócia-diretora em seu próprio escritório voltado para a área de arquitetura e interiores, desenvolvendo projetos residenciais e comerciais para todo o estado de São Paulo.

ANA CAROLINA CORDEIRO CORREIA LIMA *ana.ana@unb.br*



Ana Carolina Lima é doutora e mestra em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, onde é professora da graduação e do curso de pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. É também pesquisadora dos Laboratórios de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo, LACAM e LACIS. Foi coordenadora dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, *Design* de Interiores e *Design* Gráfico e do Centro de Empreendedorismo e Inovação Acadêmica do Centro Universitário do Distrito Federal. Seu enfoque é conforto sonoro, paisagem sonora, projeto arquitetônico e arquitetura hospitalar. Participou na pesquisa de reabilitação de edifícios da Hemorrede, parceria com o Ministério da Saúde.

3 ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO BASEADA EM INSPEÇÃO PREDIAL VIA NORMA HOLANDESA NEN 2767 E NA ABNT NBR 16.747

KARINA ARTUSO TAKAKI karina.atakaki@gmail.com



Karina Artuso Takaki é arquiteta e urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie com trabalho final “Antropoceno: o ser humano e o clima. O papel da arquitetura frente à crise climática”. É especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Desenvolveu o artigo “A Aplicação de Tecnologias Sustentáveis em Projetos Arquitetônicos”, estudou na École Nationale Supérieure d’Architecture Paris Val-de-Seine, em Paris, na França, participando de um projeto com foco no desenvolvimento sustentável das cidades chinesas e realizou um *workshop* na Huazhong University of Science and Technology em Wuhan, na China. Atua na área de incorporação na cidade de São Paulo.

JOÃO DA COSTA PANTOJA joaocpantoja@gmail.com



João da Costa Pantoja é graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília, mestre em Estruturas e Construção Civil pela mesma Universidade, doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com estágio doutoral na University of Illinois at Urbana-Champaign, e pós-doutor em Estruturas pela Universidade do Porto-FEUP. É professor de Estruturas e coordenador do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído da Universidade de Brasília. Pesquisa modelos numéricos aplicados a estruturas, patologia das estruturas, inspeções especializadas, reabilitação estrutural na conservação patrimonial, modelos multicritérios para avaliação de imóveis urbanos, bens singulares e modelos para certificação de empreendimentos.

4 ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS SOBRE O POLO DE EXCELÊNCIA EM BIOMIMÉTICA MARINHA

ALICE ARAUJO MARQUES DE SÁ alicearaujoms@gmail.com



Alice Araujo Marques de Sá graduou-se em *Design* de Produto e Programação Visual na Universidade de Brasília (UnB), obteve o título de mestra no Programa de Pós-Graduação em *Design* da UnB (2021) e especializou-se em Reabilitação Ambiental Sustentável, Arquitetônica e Urbanística pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Atua como *designer* e pesquisadora, tendo como temas de interesse: biomimética; *design* bioinspirado; biônica; biodesign; bioclimatismo; sustentabilidade; biologia; arquitetura; artes visuais; museologia; história da arte, do *design* e da arquitetura.

CAIO FREDERICO E SILVA caiosilva@unb.br



Caio Frederico e Silva é arquiteto e urbanista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), mestre e doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB), onde também é Professor desde 2011. Foi Professor Visitante na Universidade de Harvard (2019-2020) e é membro do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal (CAU-DF). Atualmente, é Diretor da FAU-UnB e já foi Coordenador da PPGFAU. Desenvolve pesquisas em três áreas temáticas: urbanismo ecológico com foco na contribuição da vegetação frente à emergência climática; simulação de desempenho de edifícios e processo de projeto; e análise ambiental com simulações digitais.

EIXO 2 ESPAÇO URBANO E SUSTENTABILIDADE

5 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ESCALA URBANA: COMO OS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO CONSIDERAM A RELAÇÃO ENTRE A MORFOLOGIA URBANA, O CONFORTO TÉRMICO EXTERNO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EMPREENDIMENTOS URBANOS

BRUNA PACHECO DE CAMPOS *arquiteturbunacampos@gmail.com*



Bruna Pacheco de Campos é arquiteta e urbanista pela Universidade Federal de Santa Catarina e especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília em. Profissional acreditada LEED AP BD+C e LEED for Cities and Communities Pro pelo conselho de construção sustentável dos Estados Unidos, é consultora de sustentabilidade para empreendimentos imobiliários da escala do edifício à urbana. Participou de projetos como o primeiro LEED Zero Água do Mundo, o primeiro Hospital certificado LEED BD+C Healthcare e o bairro com a

LUCÍDIO GOMES AVELINO FILHO *lucidio.arquitetura@gmail.com*



Lucídio Gomes Avelino Filho é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, bolsista CNPq, mestre em Projeto e Cidade pelo PPG Projeto e Cidade da Faculdade de Artes Visuais da Universidade Federal de Goiás, bolsista CAPES e arquiteto e urbanista graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Também está vinculado ao Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo, ao Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética e ao grupo de pesquisa em Simulação Computacional no Ambiente Construído. Participa de projetos de pesquisa ligados aos temas de eficiência energética, simulação computacional e cidades sustentáveis.

6 PATRIMÔNIO CULTURAL MUNDIAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR PARA O BRASIL

PRISCILA MENGUE *priscilamengue@gmail.com*



Priscila Mengue é jornalista e repórter especializada na cobertura de urbanismo, patrimônio cultural e vida na cidade. É graduada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e concluiu a especialização Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília (UnB). Tem mais de uma década de experiência em reportagem, com trabalhos reconhecidos, premiados e publicados em alguns dos principais veículos de imprensa do país.

ANDREY ROSENTHAL SCHLEE *andrey.schlee@unb.br*



Andrey Rosenthal Schlee é arquiteto e urbanista, mestre pela UFRGS e doutor pela USP e Professor Titular da UnB, com ênfase em História da Arquitetura e Urbanismo. Participou da Comissão Assessora de Avaliação do ENADE; da Comissão Consultiva da RANA do Sistema de Acreditação do Mercosul; foi consultor do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras para a área; membro da Comissão de Arquitetura do INEP-Confea; foi diretor da ABEA e da FAU-UnB (2004-2011), coordenador de Área da CAPES (2011), bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 e diretor do Departamento de Patrimônio Material e Fiscalização do IPHAN (2011-2019, e desde 2023).

CAIO FREDERICO E SILVA *caiosilva@unb.br*



Caio Frederico e Silva é arquiteto e urbanista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), mestre e doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB), onde também é Professor desde 2011. Foi Professor Visitante na Universidade de Harvard (2019-2020) e é membro do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal (CAU-DF). Atualmente, é Diretor da FAU-UnB e já foi Coordenador da PPGFAU. Desenvolve pesquisas em três áreas temáticas: urbanismo ecológico com foco na contribuição da vegetação frente à emergência climática; simulação de desempenho de edifícios e processo de projeto; e análise ambiental com simulações digitais.

7 O PARQUE MINHOCAO COMO UM ELEMENTO INFLUENCIADOR DA ATIVIDADE FÍSICA

MARIANA LISBOA TANAKA *mari.listanaka@gmail.com*



Mariana Lisboa Tanaka é arquiteta e urbanista pelo Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e especialista em “Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística” pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Atuou como estagiária e arquiteta em diversos projetos de arquitetura e interiores no segmento residencial, comercial e corporativo, junto a escritórios e construtoras. Desenvolveu os projetos desde a concepção até a execução da obra. Atualmente, faz a coordenação e acompanhamento de projetos de retrofit hoteleiro, dentro de uma administradora hoteleira.

MARCELO DE ANDRADE ROMÉRO *marcelo_romero@icloud.com*



Marcelo de Andrade Roméro é arquiteto e Urbanista (FAUBC), mestre em Tecnologia da Arquitetura (USP), mestre em Teologia pela M.A. in Biblical Leadership, doutor em Tecnologia da Arquitetura pela USP e Lab Nac de Energia e Geologia, Portugal, pós-doutor pela Fulbright Visiting Researcher, professor da CUNY-USA, pós-doutor pela University of Arizona-USA, pós-doutor pela LNEC-Portugal e livre-docente e professor da Sênior (USP). Também é professor das seguintes instituições e cursos: Marinha do Brasil, *lato sensu*: Escola Politécnica-USP (desde 2005), Faculdade de Saúde Pública da USP (2000-2015), Mestrado e Doutorado da FAUUSP (2005-2023), Mackenzie (2000-2023) e UnB (desde 2010); Mestrado e *lato sensu* da Belas Artes (desde 2015).

8 PLANEJAMENTO DO ECOSISTEMA URBANO DE CAVALCANTE/GO: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS PARA A REVISÃO DO PLANO DIRETOR

CAIO MONTEIRO DAMASCENO *caiomdamasceno@gmail.com*



Caio Monteiro Damasceno, arquiteto e urbanista, integrante do grupo de pesquisa e extensão “Periférico: trabalhos emergentes” da Universidade de Brasília, pela qual é graduado. Também é especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela mesma Universidade. Atuou como coordenador adjunto do projeto “Arquitetura Vernacular Kalunga: difusão e preservação dos saberes tradicionais”, do Polo UnB Kalunga do Departamento de Extensão DEX/UnB em 2022 e 2023. Atua em projetos de mobilização comunitária através do Processo Participativo, como ações voluntárias de revitalização do espaço urbano de forma autônoma e através da CODHAB (2018).

LIZA MARIA DE SOUZA ANDRADE lizamsa@gmail.com



Liza Maria de Souza Andrade é arquiteta e urbanista pela UFMG, mestre e doutora pela FAU-UnB. É professora e pesquisadora do PPG da FAU/UnB, do REABILITA e coordenadora do Curso *lato sensu* e Programa de Residência Multiprofissional CTS. Líder do Grupo de Pesquisa e Extensão “Periférico, trabalhos emergentes”, vice-líder do Grupo de Pesquisa “Água e Ambiente Construído”. Atuou no CONSAB/DF (2020/2022), foi Coordenadora de Extensão (2018/2020) e membro da Câmara de Extensão da UnB (2016/2020) e do EMAU/CASAS (2013/2020). Atualmente, desenvolve pesquisa sobre a produção do *habitat* no território do DF e entorno, os ecossistemas urbanos e rurais e a assessoria sociotécnica.

9 ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE MARÍLIA/SP E SEUS IMPACTOS SOBRE O MEIO NATURAL

ANDRÉA DOS SANTOS MOITINHO a.moit@uol.com.br



Andréa dos Santos Moitinho é arquiteta e urbanista pela Universidade Estadual Paulista e especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Servidora do Ministério das Cidades desde 2006, atua como assessora técnica na Secretaria Nacional de Periferias e possui experiência em urbanização de assentamentos precários e habitação de interesse social. Integrou missão diagnóstica do Governo Brasileiro no Haiti com vistas à elaboração de projetos de cooperação técnica entre os dois países após o sismo de 2010. Participou de treinamento voltado ao planejamento da expansão urbana promovido pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA – 2015).

RÔMULO JOSÉ DA COSTA RIBEIRO rjribeiro@unb.br



Rômulo José da Costa Ribeiro Geólogo é mestre e doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, onde atua como professor. Coordena o Núcleo Brasília do INCT do Observatório das Metrópoles/IPPUR/UFRJ desde 2009, e o grupo de pesquisa Núcleo Brasília, no qual são estudadas questões espaciais urbano e ambientais da Área Metropolitana de Brasília. É professor no curso de graduação em Gestão Ambiental; no programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo; no Programa de Pós-graduação em Transportes; no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos; e no Curso de Especialização Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística.

EIXO 3 A NATUREZA COMO RECURSO DE PROJETO

10 AVALIAÇÃO SAZONAL DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE PELO SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO EM AMBIENTES URBANOS - ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES

EDUARDA GAZOLA AGUIAR *eduardaaguiar.arq@gmail.com*



Eduarda Gazola Aguiar, arquiteta e urbanista, graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Passo Fundo. É especialista em Territórios Colaborativos – Processos, Projeto, Intervenção e Empreendedorismo pelo Instituto Universitário de Lisboa, Portugal, e em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística, pela Universidade de Brasília. Atua como Arquiteta e Urbanista na Secretaria de Infraestrutura e Urbanismo do Município de Luís Eduardo Magalhães, na Bahia.

GUSTAVO MACEDO DE MELO BAPTISTA *gmbaptista@unb.br*



Gustavo Macedo de Melo Baptista é professor Associado III do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, ex-coordenador do Polo UnB do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiamb – 2018-2020), ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica (2016-2018) e ex-diretor do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares (CEAM/UnB – 2014-2016). Atua também como pesquisador do Núcleo Brasília do INTC Observatório das Metrôpoles.

11 FITOPATOLOGIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA LEÃO XIII, JANUÁRIA/MG

JULYENE FERNANDES ALKMIM *julyenearquitetura@gmail.com*



Julyene Fernandes Alkmim, arquiteta e urbanista, graduada pela Universidade de Brasília (UnB), é especialista em “Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística” pela mesma Universidade. Possui qualificação profissional pelo SENAC/Rio, com certificação em “Ambientação de Interiores Residenciais” (2010) e “Paisagismo” (2011). Na graduação, atuou como pesquisadora no Programa de Iniciação Científica sobre “Mobilidade Urbana Sustentável” no Laboratório de Psicologia Ambiental e no Projeto “Estudos e Pesquisa em Arquitetura Penal” junto ao Núcleo de Estudos e Pesquisa Penitenciário Nacional (DEPEN). Atua como arquiteta na Secretaria Municipal de Educação de Januária, em Minas Gerais.

RODRIGO STUDART CORRÊA *rscorrea@unb.br*



Rodrigo Studart Corrêa é professor da Universidade de Brasília (UnB) desde 2003 e do Curso de Pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística - Reabilita desde 2006, em que ministra o módulo Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza. Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de Melbourne (Austrália), mestre em Ecologia da Fauna e da Flora pela UnB, especialista em Meio Ambiente pela Universidade de Dresden (Alemanha), engenheiro agrônomo e geógrafo pela UnB e engenheiro ambiental pelo Instituto de Engenheiros da Austrália. Desenvolve pesquisas e projetos em Restauração Ecológica e em Ecologia Urbana.

12 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INFRAESTRUTURA VERDE EM POLÍTICAS PÚBLICAS PARA DESENVOLVIMENTO URBANO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

ANA LUÍSA OLIVEIRA DA SILVA analuisa.ciamb@gmail.com



Ana Luísa Oliveira da Silva possui bacharelado em Ciências Ambientais pela Universidade de Brasília. Fez intercâmbio acadêmico na University of Hull, Inglaterra. Pós-graduada *lato sensu* em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – Reabilita 11 pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Atua como assessora técnica em projetos de cooperação internacional na área de desenvolvimento urbano sustentável, soluções baseadas na natureza, mudanças do clima, políticas públicas e proteção da sociobiodiversidade brasileira. Atualmente, é membro da Associação de Cientistas Ambientais do Brasil.

DANIEL SANT'ANA dsantana@unb.br



Daniel Sant'Ana possui doutorado em Uso e Conservação de Água em Edificações pela Oxford Brookes University - Inglaterra, mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade em Edificações pela Oxford Brookes University - Inglaterra e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. É Professor Associado na Universidade de Brasília, líder do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído e editor chefe do periódico Paranoá. Em sua atuação profissional, seu enfoque está direcionado à Conservação de Água, com especial atenção aos temas de Planejamento, Gestão e Governança da Água, Saneamento, Drenagem Urbana e Conservação de Água.

13 EM DIREÇÃO A UMA PAISAGEM ECOLÓGICA: JARDIM DE CHUVA COMO UM MEIO DE PRESERVAÇÃO DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

GABRIELA SANTANA DO VALE gsvale.contato@gmail.com



Gabriela Santana do Vale atua como autônoma em arquitetura/arte. Graduiu-se em Arquitetura e Urbanismo pela FAU/UnB e especializou-se em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pelo PPG-FAU/UnB. Teve obras expostas e premiação pelo CAU/BR. Durante a graduação, foi cofundadora da primeira empresa júnior da FAU/UnB, Ateliê Muda. Realizou PIBIC, indicado ao Prêmio Destaque em 2017. Atuou como estagiária em arquitetura residencial pelo Juanita Noronha Arquitetura, em pesquisa em bambu pelo CPAB/UnB e em preservação de patrimônio cultural pelo IPHAN/DF, tendo como destaques: sinalização de sítios arqueológicos no Parque Nacional de Brasília, Athos colorindo Brasília.

JOSÉ MARCELO MARTINS MEDEIROS medeirosjose@gmail.com



José Marcelo Martins Medeiros é Professor Adjunto do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins e professor do PPG-FAU/UnB, curso de especialização. Faz parte grupo de pesquisa “A Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo” (FAU/UnB). Possui pesquisa individual: “Sustentabilidade em uma nova capital modernista: a recente verticalização na Praia da Graciosa, Palmas, Tocantins” (Curso de Arquitetura e Urbanismo - UFT). Título da tese: “Parques Lineares ao Longo de Corpos hídricos urbanos: conflitos e possibilidades, o caso da Orla do Lago Paranoá/DF”. Experiência internacional: chefe de projeto na Université du Québec à Montréal, Canadá.

ISBN: 978-65-84854-35-2

BR



9 786584 854352