

ENSUS

2024

ANAIS

ISBN 978-65-01-11164-3
ISSNe 2596-237X

V. 12, N. 1
Parte 1
2024



ENSUS 2024

XII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

07 A 09 DE AGOSTO DE 2024
BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS

ORGANIZAÇÃO:

Lisiane Ilha Librelotto
Paulo Cesar Machado Ferroli
Sofia Araújo Lima Bessa

EDITOR:

Grupo de Pesquisa VirtuHab/Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal de Minas Gerais

DIAGRAMAÇÃO:

Ernestina Rita Meira Engel

REALIZAÇÃO:



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura - **UFMG**

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



Escola de Design - **UEMG**



Universidade Federal de Santa
Catarina - **UFSC**

FINANCIADORES:



Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - **CNPq**



Fundação de Amparo à Pesquisa
do Estado de Minas Gerais -
FAPEMIG



APOIOS INSTITUCIONAIS:



Grupo de Pesquisa **VirtuHab**



Departamento de Engenharia de
Materiais e Construção - **DEMC**



Programa de Pós-graduação em Ambiente
Construído e Patrimônio Sustentável -
PPG-ACPS



Programa de Pós-Graduação em Design

Programa de Pós-Graduação
em Design - **UEMG**



PROMESTRE - Mestrado
Profissional Educação e Docência



Mestrado em
Construção Civil - **DEMC**

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

Encontro de Sustentabilidade em Projeto (12. :7-9
ago. 2024 : Belo Horizonte, MG)
ENSUS 2024 [livro eletrônico] : XII Encontro de
Sustentabilidade em Projeto : anais da conferência /
organização Lisiane Ilha Librelotto, Paulo Cesar
Machado Ferroli, Sofia Lima Araújo Bessa ; editor
Grupo de Pesquisa Virtuhab/ Universidade Federal de
Santa Catarina, Universidade Federal de Minas Gerais.
-- Florianópolis, SC : Ed. dos Autores, 2024. --
(ENSUS: Encontro De Sustentabilidade Em Projeto ; 12)
PDF

Vários autores
ISBN 978-65-01-11164-3

1. Arquitetura - Congressos 2. Design - Congressos
3. Engenharia 4. Sustentabilidade 5. Urbanismo
I. Librelotto, Lisiane Ilha. II. Ferroli, Paulo Cesar
Machado. III. Bessa, Sofia Lima Araújo. IV. Grupo de
Pesquisa Virtuhab/ Universidade Federal de Santa
Catarina. V. Gerais, Universidade Federal de Minas
gerais. VI. Título. VII. Série.

24-219802

CDD-720.03

Índices para catálogo sistemático:

1. Arquitetura : Congressos 720.03

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

COMISSÃO ORGANIZADORA

Sofia Araújo Lima Bessa / Arquitetura/UFMG

Doutora em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (2011), com Estágio de Doutorado no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Portugal (2010-2011); Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pela Universidade de São Paulo (2008) e graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará (2006). Professora da UFMG, no Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo desde 2016.

Maria Teresa Paulino Aguiar / Engenharia/UFMG

Graduada em Engenharia e tem Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG (1995). Atualmente é Professora Titular na UFMG, e leciona e orienta nos programas de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Construção Civil e Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica. Leciona e tem trabalhos de pesquisa e extensão em Estrutura e Comportamento Mecânico dos Materiais Cimentícios e Metálicos, e Sustentabilidade das Edificações. Coordena o Grupo NOC - Novos Olhares sobre a Construção e o Cidadão, e o Laboratório de Caracterização de Materiais de Construção Civil e Mecânica do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da UFMG.

Rejane Magiag Loura / Arquitetura/UFMG

Professora associada da Universidade Federal de Minas Gerais atuando nos cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Se graduou em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais onde também defendeu o mestrado e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares. Coordena o Programa de Extensão COMPASSO UFMG e desenvolve projetos de pesquisa nas seguintes linhas temáticas: abordagem integrada de eficiência energética, conforto ambiental e tecnologia da construção com vistas a resiliência de edificações e cidades frente às mudanças climáticas.

Fernando do Couto Rosa Almeida / Engenharia/UFMG

Professor de Engenharia Civil (EE-UFMG). Engenheiro Civil (UFSCar), com intercâmbio acadêmico na Universidade de Coimbra (Portugal). Mestre em Construção Civil (UFSCar). PhD em Built Environment (Glasgow Caledonian University, Escócia), com período sanduíche na Università Politecnica de Marche (Itália). Pós-doutorado pelo IPT e UFSCar. Vencedor do Prêmio Capes Natura-Campus de Excelência em Pesquisa 2015. Membro ativo de comitês técnicos da RILEM e IBRACON/ALCONPAT.

Fernando José da Silva / Design/UFMG

Professor Associado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Doutor em Engenharia de Estruturas pela UFMG (2014). Pós-Doutorado na Universidade da Beira Interior, UBI, em Portugal. Atua no curso de graduação em Design e Arquitetura, e na Pós-Graduação na linha de pesquisa Design e Educação, Programa de Mestrado Profissional Educação e

Docência Promestre, da Faculdade de Educação (FaE-UFMG), com Graduação e Mestrado em Design pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Coordena o Laboratório de Design e Biomimética LDBio com a profª Drª Cynara Fiedler Bremer (EA-UFMG).

Nadja Maria Mourão / Design/UEMG

Doutora e mestra Design (PPGD/UEMG), Pós-doutorado em Design (PPGDg/UFMA - Bolsista CAPES-PROCAD), Pós-Graduação em Arte Educação (FAE/UEMG), bacharelado em Design de Ambientes (FUMA/MG). Professora da Escola de Design da UEMG, desde 1997. Coordenadora do Centro de Extensão da Escola de Design/UEMG. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq: Estudos em Design, Comunidades, Tecnologias Sociais e Iniciativas Sustentáveis/DECTESIS e do grupo: Design, Identidade e Território – DIT. Consultora e gestora de projetos em design social.

Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo / Design/UEMG

Designer de Produto (UEMG – 1996), possui especialização em Planejamento e Gestão Ambiental (Uni-BH – 1999), mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG – 2010), doutorado em Systemic Design (POLITO – 2016) e pós-doutorado junto ao Laboratório de Estudos Integrados em Arquitetura, Design e Estruturas (LADE) - UFMG (2023). Na Escola de Design da UEMG atua como pesquisadora e professora, na Graduação e no Programa de Pós-Graduação em Design). Coordena e participa de projetos de pesquisa e de extensão. Possui 4 registros de Desenho Industrial e 3 Patentes. Atua principalmente nos seguintes temas: Abordagem Sistêmica, Design Sistêmico, Design para Sustentabilidade, Design e Território, Desenvolvimento Local, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Resiliência Urbana, Comunidades Criativas, Outras Economias, Cultura Material e Imaterial, Design de Produto.

Paulo Cesar Machado Ferrolli / Design/UFSC

Coordenador do projeto ENSUS, Pós-doutor em Design Cerâmico (Ipleiria/Portugal, 2019); Doutor em Engenharia de Produção (UFSC, 2004), Mestre em Engenharia de Produção na área de Design de Produto (UFSC, 1999), Especialista em Gestão da Qualidade (UFSC, 1997) e Engenheiro Mecânico (UFSC, 1995)

Lisiane Ilha Librelotto / Arquitetura e Urbanismo/UFSC

Coordenadora do projeto ENSUS, Pós-Doutora em Construção Sustentável (Ipleiria/ESTG-Leiria/Portugal, 2019), Doutora em Engenharia de Produção (UFSC, 2005), Mestre em Engenharia de Produção na área de Avaliação e Inovação Tecnológica (UFSC, 1999), Especialista em Gestão da Qualidade (UFSC, 1997) e Engenheira Civil (UFSC, 1995)

COMITÊ CIENTÍFICO

COORDENAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto, UFSC

Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC

REVISORES ENSUS 2024

Adhemar do Valle Filho, UFSC

Adriane Shibata Santos, UNIVILLE

Aguinaldo dos Santos, UFPR

Almir Barros da S. Santos Neto, UFSM

Amilton José Vieira de Arruda, UFPE

Ana Elisa Moraes Souto, UFSM

Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa, UFPE

Ana Carolina Kalume Maranhão, UnB

Ana Claudia Maynardes, UnB

Ana Kelly Marinoski Ribeiro, UFSC

Ana Maria Denardi Piccini, UEL

Ana Paula Silveira dos Santos, UNISINOS

Ana Veronica Pazmino, UFSC

Anna Cristina Ferreira, UNICAMP

Anneli Maricielo Cárdenas Celis, UNIFAP

Anderson Saccol Ferreira, UNOESC

Anderson Wolenski, IFSC

André Canal Marques, UNISINOS

André Mol, UFJF

Andrea Jaramillo Benavides, PUC - Equador

Andreia Mesacasa, IFRGS

Anerose Perini, UNIRITTER

Angela do Valle, UFSC

Anja Pratschke, USP

Antonio Erlindo Braga Júnior, UEPA

Antônio Roberto Miranda de Oliveira, UFCG

Arnoldo Debatin Neto, UFSC

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso, IFAL

Barbara de Oliveira e Cruz, PUC-Rio

Beany Monteiro, UFRJ

Bruna Lummertz Lima - IFSC

Carla Arcoverde de Aguiar Neves, IFSC

Carla Pantoja Giuliano, FEEVALE

Carlos Alberto Mendes Moraes, UNISINOS

Carlos Humberto Martins, UEM

Carlo Franzato, PUC-Rio

Celso Salamon, UTPP

Chrystianne Goulart Ivanoski, UFSC

Cláudia Queiroz Vasconcelos, UNIFESSPA

Cláudio Pereira de Sampaio, UEL

Cristiano Alves da Silva, UFSC

Cristina Colombo Nunes, UFSC

Cristine do Nascimento Mutti, UFSC

Cyntia Santos Malaguti de Sousa, FAU/USP

Daniel Malaguti Campos, PUC-Rio

Danielle Guimarães, UFPE

Danilo Corrêa Silva, UNIVILLE

David de Andrade Costa, IFF

Dayane Cabral Ziegler, UERJ

Debora Barauna, UNISINOS

Devis Luis Marinoski, UFSC

Denise Dantas, USP

Douglas Luiz Menegazzi, UFSC

Edmilson Rampazzo Klen, UFSC

Elizabeth Romani, UFRN

Ernestina Rita Meira Engel, UFSC

Everton Randal Gavino, USP

Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima, UFG

Fabiola Reinert, UFSC

Fernanda Grossi, IFF

Fernando Silva, UFMG

Franciele Menegucci, UEL

Francisco Lopes, UFMG

Francisco de Assis Sousa Lobo, UFM

Gabriel Cremona Parma, UNISUL

Gabriela Willemann Siviero Máximo, Centro Universitário Estácio/SC

Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE

Giane de Campos Grigoletti, UFSM

Gogliardo Vieira Maragno, UFSC

Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPEleiria/Portugal

Henrique Lisbôa da Cruz, UNISINOS

Ítalo de Paula Casemiro, UFRJ

Ivan Luiz de Medeiros, UFSC

Jaqueline Dilly, UFRGS

Jacqueline Keller, ABEPPEM

Jairo da Costa Junior, UT/Holanda.

Jocelise Jacques de Jacques, UFRGS

Joel Dias da Silva, FURB

José Guilherme Santa Rosa, UFRN

José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPEleiria/Portugal

Josiane Vieira, UFSC

Juliane Almeida, UFSC

Júlio Cezar Augusto da Silva, INT/Brasil

Julio César Pinheiro Pires, UFSM

Kátia Broeto Miller, UFES

Laise Novellino Nunes de Souza, IFF

Lara Lima Felisberto, UFSC

Letícia Mattana, UFSC

COMITÊ CIENTÍFICO

REVISORES ENSUS 2024

Leticia Teixeira Mendes, UFPE
Liliane Iten Chaves, UFF
Lisandra de Andrade Dias, UFSC
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC
Luana Miranda Esper Kallas, UFG
Luana Toralles Carbonari, UEM
Lucas Rodrigo Nora, UFSC
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN
Luciano Patrício Castro, UFSC
Luiz Salomão Ribas Gomez, UFSC
Luiz Valdo Alves Maciel Filho, UFPE
Luiz Paulo de Lemos Wiese, UNIVILLE
Mara Regina Pagliuso Rodrigues, IFSP
Mariana Almeida Da Silva, UFSM
Mariana Kuhl Cidade, UFSM
Marli Teresinha Everling, UNIVILLE
Marília Matos Gonçalves, UFSC
Marivaldo Wagner Sousa Silva, UFPB
Matheus Barreto de Góes, UFMG
Miguel Barreto Santos, IPEleiria/Portugal
Mônica Maranhã Paes de Carvalho, IESB
Nadja Maria Mourão, UEMG
Natali Abreu Garcia, PUC-Rio

Patricia Freitas Nerbas, UNISINOS
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC
Rachel Faverzani Magnago, UNISUL
Raquel Diniz Oliveira, CEFETMG
Regiane Trevisan Pupo, UFSC
Régis Heitor Ferroli, UNIVALI
Rita de Castro Engler, UEMG
Rodrigo Catafesta Francisco, FURB
Rosangela Miriam Lemos Oliveira Mendonca, UEMG
Sara Honorato Lopes da Silva Tamura, UTFPR
Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA
Simone Grace de Barros, UFPE
Sofia Lima Bessa, UFMG
Suzana Barreto Martins, UFPR
Tarcisio Dorn de Oliveira, UNIJUÍ
Tomás Queiroz Ferreira Barata, FAU/USP
Ugo Leandro Belini, UTFPR
Vanessa Casarin, UFSC
Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ
Virginia Cavalcanti, UFPE
Victor Hugo Souza de Abreu,
Vinícius Albuquerque Fulgêncio, UFPE

PROGRAMAÇÃO DIA 07/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 9:15 h	Abertura do ENSUS 2024 - AUDITÓRIO			
9:00 h - 10:00 h	Palestra de Abertura - Sustentabilidade urbana aplicada a projetos e distritos de inovação Profa. Gabriela Celani (Universidade Estadual de Campinas, SP)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática A - ENGENHARIA	Sessão Temática A - ARQUITETURA	Sessão Temática A - DESIGN	Minicurso Design 01 Design e Serviços
12:30 h - 14:00 h	Intervalo para almoço			
14:00 h - 16:00 h	Case - AGERA	Sessão Temática D - ARQUITETURA	Sessão Temática D - DESIGN	Minicurso Design 02 Sistema, Produtos e Serviços (SPS) Minicurso Engenharia 01 Desempenho e Sustentabilidade
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Reabilitação de cidades e edificações Prof. Carlos Alberto Maciel (UFMG), Profa. Denise Duarte (USP) e Profa. Marília Fontenele (UFF)			

PROGRAMAÇÃO DIA 08/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 10:00 h	Palestra - Fronteiras do conhecimento em design para a sustentabilidade Profa. Aguinaldo dos Santos (Universidade Federal do Paraná, UFPR)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
10:30 h - 11:00 h	Lançamento Livro "Design para a sustentabilidade" - Grupo LENS			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática B - ENGENHARIA	Sessão Temática B - ARQUITETURA	Sessão Temática B - DESIGN	Minicurso Engenharia Ensaio Não-Destrutivos
12:30 h - 14:00 h	Intervalo			
14:00 h - 16:00 h	Sessão Temática E - ARQUITETURA	Sessão Temática E - DESIGN	Sessão Temática F - DESIGN	Minicurso Engenharia Ensaio Não-Destrutivos
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Design no antropoceno Profa. Raquel Noronha (UFMA), Profa. Karine Melo (PUC-RJ) e Prof. Carlo Franzato (PUC-RJ)			
19:30 h - 21:30h	Confraternização/ Coquetel - Escola de Design UEMG (por adesão)			

VISITA TÉCNICA: Wetlands Construídos - das 14h às 16h, dia 08/08.

PROGRAMAÇÃO DIA 09/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 9:15 h	Abertura do ENSUS 2024 - AUDITÓRIO			
9:00 h - 10:00 h	Palestra - The earthen construction and the sustainability of buildings Prof. Christopher Beckett (University of Edinburgh, UK)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática C - ENGENHARIA	Sessão Temática C - ARQUITETURA	Sessão Temática C - DESIGN	Minicurso Arquitetura - 01 Elaboração de Planos de Ação Climático Participativos
12:30 h - 14:00 h	Intervalo			
14:00 h - 16:00 h	Sessão Temática G - DESIGN	Sessão Temática F - ARQUITETURA	Case - ARES Arquitetura	Minicurso Arquitetura - 02 City Energy Analysis
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Uso de resíduos na construção civil Profa. Carina Ulsen (USP), Prof. Ricardo Fiorotti (UFOP) e Prof. Augusto Bezerra (CEFET-MG)			
18:00 h - 18:15h	Encerramento do Evento			

EDITORIAL ENSUS 2024

MEMÓRIAS

Essa é a décima segunda edição do Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Nascido em Santa Catarina, com barriguinha verde, em 2007, direto para o Brasil e para o mundo. As primeiras edições foram pequenas, em uma universidade particular. Depois, as edições posteriores migraram para a UFSC que, enquanto uma universidade pública de prestígio, proporcionou uma maior repercussão, colaborou na consolidação como o maior evento de sustentabilidade brasileiro e alcançou outros países, quer nas palestras, nos artigos ou mesmo com os revisores.

Suas edições anuais requerem fôlego da equipe organizadora e esse fato foi um impulso para tornar o evento itinerante. Atravessamos momentos difíceis, como a pandemia da COVID-19 e fomos, se não o primeiro, um dos primeiros eventos a ser realizado na modalidade online, em 2020, na primeira experiência itinerante pós UFSC. Continuamos o evento sem interrupções ou adiamentos e seguimos no nosso propósito, pois os dias têm nos mostrado a importância do conhecimento que compartilhamos durante todos esses anos. Esta primeira edição, em 2020, fora da UFSC aconteceu em uma universidade particular, aqui do ladinho, para nosso aprendizado e para enfrentar a mudança que veio repentina.

Após duas edições online, nosso maior desafio: levar o evento para uma universidade nova, pública, no outro lado do Brasil e na retomada da pandemia em 2022. Em função de todos esses determinantes, fizemos o evento híbrido, no Pará, na UNIFESSPA, com o tema da Amazônia Internacional, e foi um sucesso! Foi o ar fresco que precisávamos para retomar nossos rumos pós-pandemia.

Em 2023, encaramos não só organizar o ENSUS, mas também seu co-irmão, o SDS-Simpósio de Design Sustentável, na UFSC, presencialmente. Isso nos fortaleceu para chegarmos até Minas Gerais. Agora, além da barriguinha verde, e de já termos dançado o Carimbó, ganhamos aquele delicioso sotaque mineiro, com direito a pão de queijo e goiabada. E temos certeza que esse trem vai ser bom que nem ele só!!!

Foram enviados ao evento 208 artigos, oriundos de várias universidades brasileiras, públicas e privadas. Destes, serão publicados 155 artigos nos anais. Ao compararmos com o primeiro ENSUS, quando recebemos 27 artigos, ressalta-se a amplitude e a persistência de nosso alcance. Muitos dos autores da primeira edição continuam participando do evento até hoje. Contamos, ainda, com a colaboração de mais de 124 revisores para a emissão de pareceres duplo-cego.

A equipe que organiza o ENSUS tem por objetivo procurar fazer um evento sustentável, que rivalize em qualidade, alcance e importância científica com seus pares, sem que isso seja revertido em custos elevados ao participante. Para tal, várias ações são realizadas, uma das quais é fazermos o evento dentro da própria universidade, com equipe constituída apenas por professores, pesquisadores, bolsistas e voluntários das instituições participantes. O ENSUS não é um evento profissional, é um evento acadêmico que se constrói pelo esforço e pelo trabalho da coletividade sem qualquer fim lucrativo. Para nós da comissão organizadora, nossa simplicidade é motivo de orgulho privilegiando o estar presente e a troca de conhecimentos.

Hoje, na abertura deste evento, reforçamos a necessidade de que a sustentabilidade permaneça presente nas nossas discussões. Em 2023 e 2024 vimos o Brasil assolado por enchentes e um Rio Grande do Sul submerso, com uma população que ainda clama por ajuda frente às mudanças climáticas e percebemos a contribuição cada vez mais importante que as nossas pesquisas têm para oferecer.

Aos participantes do evento, gostaríamos de dar as boas-vindas do time de Minas Gerais, colocando-nos à disposição para o que se fizer necessário. Os anais do evento já estão disponíveis na página. Os melhores artigos estão sendo selecionados para as edições especiais das revistas Impact Projects, Mix Sustentável, Pensamentos em Design, Plural Design e Transverso e serão divulgados na Confraternização do evento.

Não poderíamos esquecer, antes de dar a largada para o início do evento, de agradecer às agências de fomento que viabilizaram a realização do ENSUS: a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG (Edital 05/2023) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Edital 12/2023). Sem o apoio das agências de fomento não seria possível garantir valores de inscrição tão acessíveis. Agradecemos, ainda, à Fundação Christiano Ottoni, que nos auxiliou incondicionalmente nos processos de compra essenciais para a realização do ENSUS.

Aproveitem as três palestras, as três mesas redondas, os seis minicursos, os dois cases e as quinze sessões temáticas da nossa programação. Convido a todos a conhecerem os quatro expositores presentes no evento (PI Engenharia, Agera, Ares Arquitetura, Vila Sustentável da UFOP e Tecnologia Ligno) e perceberem que a sustentabilidade não é prerrogativa do ambiente acadêmico. Há empresas visionárias engajadas em novas tecnologias e projetos de extensão nas universidades, apoiados por empresas, que têm apostado na sustentabilidade como fator imprescindível para o desenvolvimento econômico e social de Minas Gerais e do Brasil.

Nosso muito obrigado a todos vocês que ajudam a construir este evento!

Sofia Araújo Lima Bessa (Representante da Comissão Organizadora - UFMG)
Lisiane Ilha Librelotto e Paulo Cesar Machado Ferroli (Comitê Científico - UFSC).

SUMÁRIO

PARTE I - ARQUITETURA

Explorando a Metodologia de Desempenho Performativo no Processo de Edifícios Comerciais no Clima Subtropical Úmido: Uma análise do Estudo de Caso do Projeto VIII	21
Ana Elisa Souto, Willian Magalhães de Lourenço, Yasmim Costa Pinzon, Caroline Silveira da Silva, Laís Bernardo Laghi	
A Influência da Arborização no Processo de Apropriação dos Espaços Públicos: Um estudo na Praça Santos Dumont em Florianópolis (SC)	31
Lara Lima Felisberto, Almir Francisco Reis	
Acampamentos planejados para refugiados: uma análise sobre a perspectiva da psicologia ambiental	40
Andréia Grandi, Lisiane Ilha Librelotto	
Simulação de desempenho termo energético da geometria complexa da arquitetura: construção de referenciais didáticos para o ensino de projeto	49
Brunna Pereira de Oliveira, Janice de Freitas Pires	
Coleta de dados com sistema móvel para padronização e análise de ilha de calor urbano em Goiânia-GO	59
Marília Guimarães Rodrigues, Pedro Henrique Gonçalves, Clarissa Sartori Ziebell, Ernestina Rita Meira Engel, Caio Frederico e Silva	
Análise Da Segurança Viária Na Amazônia Ocidental: Um Estudo De Travessia Dos Pedestres E Ciclistas Na Rodovia Br-364 Na Cidade De Vilhena	69
Felipe Sérgio Bastos Jorge, Thais Moreira Costa, Alexandre Vieira Saboia, Ana Cecília Estevão	
Tecnologia de impressão 3D com materiais naturais: pesquisas e aplicações voltadas ao desempenho térmico de edificações	78
Luana Toralles Carbonari, Berenice Martins Toralles, Lisiane Ilha Librelotto, Monique de Brito Filgueiras, Thalita Gorban Ferreira Giglio	
Projeto Casa do Turista de Alfredo Chaves - A arquitetura conectando lugares	89
Felipe Marchiori Sezini, Fabricia Delfino Rembiski,	
Áreas Verdes de Lazer: levantamentos, potencialidades e desafios na área central de Florianópolis.	97
Amanda Cristina Padova, Jucelio Dall'Agnol	
Instrumentos urbanísticos PEUC e IPTU progressivo no tempo para o município de Santa Maria/RS	106
Gabriela Mozzaquattro Fernandes, Izabele Colusso	
Aplicabilidade de aspectos sustentáveis em habitação de interesse social: o caso do Conjunto Habitacional da Bouça, Portugal	115
Andrea Toth Teixeira, Sílvia Mikami Pina	
Resíduos, Reciclagem e Sustentabilidade no Espaço Urbano: planejamento e vivência da oficina no centro de João Pessoa/PB	123
Cláudia Ruberg, Ana Catarina Gomes de Lima, Joyce Faustino da Silva, Fabiana Francelino Maia dos Santos, Alexia Oliveira Ferreira	
Apoio social em estabelecimentos assistenciais de saúde: contribuições da arquitetura e do design	132
Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, Roberta Vieira Gonçalves de Souza, Gabriela Souza Podboi Adachi	
Madeira laminada e lamelada colada como tecnologia alternativa para a sustentabilidade em projetos de arquitetura	141
Samuel da Silva Santos, Jane Eliza de Almeida, Matheus Zanghelini Teixeira, Camila Alves Corrêa	
Ensaio de projeto a partir da bioconstrução e autogestão: centro de apoio à criança – Ilha da Pintada, Porto Alegre	151
Angela Costella Bertei, Julian Grub	

Aplicabilidade de aspectos sustentáveis em habitação de interesse social: o caso do Conjunto Habitacional da Bouça, Portugal	161
Andrea Toth Teixeira, Sílvia Mikami Pina	
Ofuscamento em sala de aula sob novos parâmetros da ABNT NBR:15.215-3 e perspectiva do usuário	169
Ana Paula Silva Sousa, Maxuel Soledade Santos, Larissa Arêdes Monteiro, Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, Roberta Vieira Gonçalves de Souza	
Análise de legislações que incluem o saneamento básico no combate ao mosquito vetor da dengue no estado do Rio de Janeiro	178
Laise Novellino Nunes de Souza, Wagner Rambaldi Telles, Jader Lugon Junior	
Participação e sustentabilidade no ambiente construído: o caso do Minha Casa Minha Vida Entidades	189
Paula Regina da Cruz Noia	
Entre a criança e a cidade: medos e afetos	199
Paula Barros, Anna Pires Diniz, Marcela Rodrigues de Almeida Sanches, Mariana Protázio Santos	
Transformação físico-espacial com crianças e suas repercussões no contexto de favelas	208
Mariana Protázio Santos, Paula Barros, Marcela Rodrigues de Almeida Sanches, Anna Pires Diniz	
A influência da areia e do cimento na compactação de solo laterítico e sedimento de rejeito de minério de ferro	218
Jhade Iane Cunha Vimieiro, Sofia Araújo Lima Bessa, Lorena Andrade de Freitas Silva, Ana Carolina Santana Arantes, Talita Caroline Miranda	
Elementos Projetuais para Potencializar a Qualidade da Habitação de Interesse Social: um estudo de caso no município de Curionópolis-PA	227
Cláudia Queiroz de Vasconcelos, Paula Renata Sousa Soares, Luana Ester Luz Lopes, Ananda da Silva Feitosa Franco, Ezequiel de Souza Reis	
Território e memória coletiva: Uma reflexão sobre o caso da comunidade quilombola do Cedro em Mineiros/GO	237
Lucas Italo Silva Ribeiro, Romão Emanuel de Souza Vargas, Fabíolla Xavier Rocha Ferreira Lima	
Diagnóstico Urbano Ambiental: Projeção De Cenários Atuais E Futuros	246
Patrícia Nery Siqueira, Claudia Wanderley Lira	
Análise da Eficiência Energética de Abrigos Emergenciais em Estruturas WikiHouse na Zona Bioclimática 2	255
Gustavo Fernandes, Lara Lima Felisberto, Juliana Aparecida Biasi	
Forças Regionais e Formas Urbanas: um estudo de projeção de crescimento	264
Izabele Colusso, Janquiel Lessa Florencio Rodriguez, Luísa Denardi, Maria Schwingel, Ana Julia da Silva	
Gamificação e Criação de Ambientes Interativos para Inclusão de Metodologias Ativas no Curso de Arquitetura e Urbanismo	272
Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima	
Procedimento para elaboração de bancos de dados representativos para uso na ferramenta de decisão multicritério RESIDE	281
Rejane Magiag Loura, Julia Batista Matos Ferreira, Arthur Bernardo Alves Martins, Daniela Giovanna Oliveira do Nascimento, Jade Araujo Costa	
Análise do desempenho termo-energético de dormitórios condicionados artificialmente. Um estudo em quatro cidades brasileiras	290
Juliana Yuriko Chagas Cruz Alves, Saulo Güths, Devis Luis Marinoski, Ana Kelly Marinoski Ribeiro	

Patrimônio cultural em tempos de crise climática: estado da arte	299
Ernestina Rita Meira Engel, Lisiane Ilha Librelotto	
Análise tipológica, morfológica e o padrão dos arranjos espaciais da arquitetura residencial multifamiliar: um estudo de caso do bairro sustentável Pedra Branca, Palhoça- SC/BR	307
Natália D. de Lima Vinagre Fonseca, Antonio Castelbranco, Joana Fazenda Mourão, Tarciana Araújo Brito de Andrade	
Design Emergencial: Alternativas de Mobiliários	319
Mara Regina Pagliuso Rodrigues, Vitoria Neves Viana Silva, Lisiane Ilha Librelotto	
Aplicação do Branding no Desenvolvimento do Aplicativo USAT: Acessibilidade e Governança ao Alcance do Cidadão	328
Mel Ramos Da Rosa, Ernestina Rita Meira Engel, Lisiane Ilha Librelotto, João Pedro Scremin, Luiza Luciano de Oliveira Picollo	
Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis – estudo de caso em Belo Horizonte	338
Isaias Carlos de Azevedo Júnior, Raquel Diniz Oliveira, Flávia Spitalé Jacques Poggiali	
Viabilidade Ambiental Para Ocupação De Área Por Comunidade Indígena	350
Susana Claudete Costa, Lara Marina Vidal, Eunice Fidelis, Rachel Faverzani Magnago, Lisiane Ilha Librelotto	
USAT: sistema para gestão da sustentabilidade em Bairros a partir do Modelo ESA-B	360
Ernestina Rita Meira Engel, Mel Ramos Da Rosa, Lisiane Ilha Librelotto, Eduarda Cardoso da Luz, Raissa Kelly Marques Lambert	
<i>Qualitative analysis of natural ventilation: comparison between experimental tests on the water table and computational simulations in CFD</i> / Análise qualitativa da ventilação natural: comparação entre testes experimentais na mesa d'água e simulações computacionais em CFD	369
Roseana Martins Ribeiro, Fernando da Silva Almeida, Luciano Suski	
Análise Global e Regional de Desastres Naturais	378
Susana Claudete Costa, Vitória Neves Viana Silva, Rachel Faverzani Magnago, Lisiane Ilha Librelotto	
Indicadores para gestão integrada da sustentabilidade do bairro e do edifício: estudo de caso na Lagoa da Conceição/Florianópolis	387
Lisiane Ilha Librelotto, Eduarda Cardoso Da Luz, Ernestina Rita Engel, Mel Ramos da Rosa, Paulo Cesar Machado Ferroli	
Estabilização da taipa de pilão com cal: análise da literatura	397
Gabriela Tavares de Lanna Lage, Sofia Araújo Lima Bessa, Beatriz Faria Alves dos Santos	
Aplicação da escória de alto forno em misturas de terra compactada no contexto do Estado do Mato Grosso do Sul/BR	405
Aline Ferreira Gisoato, Karina T Latosinski, Andrea Naguissa Yuba	
Impacto do Plano de Manejo e o modo de vida ribeirinho no projeto arquitetônico habitacional da APA Baía Negra em Ladário/MS	413
Ana Luísa Pagnoncelli Aliaga, Karina Trevisan Latosinski, Andrea Naguissa Yuba	
<i>Bioclimatic performance in commercial spaces in Rio de Janeiro and Lisbon</i> / Desempenho bioclimático em espaços comerciais no Rio de Janeiro e em Lisboa	422
Ana Luísa De Carvalho Quaresma, Jorge de Novais Bastos, Manuel Correia Guedes	
Simulação numérica de parede verde em edificação verticalizada para o clima de Belo Horizonte	432
Lucas Thadeu da Silva Ramos, Rogério Cabral de Azevedo, Raquel Diniz Oliveira, Augusto Cesar da Silva Bezerra	
Avaliação de Desempenho de Painéis em Taipa de Mão: Edificações Experimentais de Habitação 001 (Nomads USP) e 002 (Habis USP) em São Carlos – SP	446
Hector Yudi Yokoyama Inafuku, Akemi Ino	

Levantamento e estudo das edificações em CLT (Cross Laminated Timber) no Brasil Tayane Yuri Mezo, Akemi Ino	454
Regeneração de bairros periféricos: desenvolvimento sustentável e identidade local Gabriel Fernando de Oliveira, Vanessa Bock, Patrícia de Freitas Nerbas	463
Projeto padrão de arquitetura para escola pública – uma ideia eficiente e sustentável? Larisse Hellen Soares da Silva, Gleice Virgínia Medeiros de Azambuja Elali.	471
Análise biomimética de obras arquitetônicas João Pedro Silva Ribeiro, Thiago Montenegro Goes	482
 PARTE II - ENGENHARIAS	 501
Conexão Estratégica: Explorando as Relações entre Mobilidade Elétrica e Smart Grid para Transformar a Mobilidade Urbana Victor Hugo Souza de Abreu, Márcio de Almeida D'Agosto, Lino Guimarães	504
Adaptação de um container para uso como câmara climática em Belo Horizonte/MG Raquel Diniz Oliveira, Isabella da Silva Filipe, Cristina Guimarães Cesar	517
Explorando Metodologias de Análise de Risco Climático para a Infraestrutura de Transporte Victor Hugo Souza de Abreu, Sandra Oda, Andrea Souza Santos	527
Produção de argamassa ecológica de alto desempenho com adição de rejeito de minério de ferro Abner Araujo Fajardo, Sílvia Roberta Souza, Jordana Gonçalves de Macedo, Vinicius Ferreira Lanna, White José dos Santos	540
Parceria Brasil-China: Avanços E Desafios Na Implementação De Corredores Verdes Rafael Ferraz dos Santos, Victor Hugo Souza de Abreu	550
Habitação de interesse social como modelo eficiente para Betim/MG Bárbara Guimarães Gomes, Raquel Diniz Oliveira, Bruno Henrique Lourenço Camargos	560
Tecnologias sustentáveis para recuperação de água e extração de ácido em efluentes de mineração de ouro: um enfoque em destilação por membranas e extração líquido-líquido para reúso Lívia Maíra Carneiro Castro, Victor Rezende Moreira, Miriam Cristina Santos Amaral	572
Perfil ambiental de edificações com os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e em taipa de pilão Bruna da Cunha Castilho, Augusto Montor de Freitas Luiz, Sarah Honorato Lopes da Silva Tamura	579
Aplicação do Virtual Design and Construction - VDC: uma interface entre o BIM e AWP em edificações sustentáveis Cristiane Bom Conselho Sales Alvarenga, Rosemary Bom Conselho Sales, Rodrigo Barreto Caldas, Maria Teresa Paulino Aguiar	589
<i>Spatial and temporal variability of precipitation in a mountainous watershed using weighted interpolation by distance and elevation / Variabilidade espaço-temporal de precipitações em uma bacia hidrográfica montanhosa utilizando interpolação ponderada por distância e elevação</i> David de Andrade Costa, Yared Bayissa, Rennan Mendes de Moraes dos Santos Dias, Dhiego Sales, Jader Lugon Junior, Antônio J. Silva Neto, Raghavan Srinivasan	602
Avaliação experimental do impacto da utilização de agregados reciclados de resíduos da construção civil em matrizes cimentícias Laura Viana de Melo, Thiago Ewerton Cobra de Castro, Paulo Henrique Vaz da Silva, Fernando do Couto Rosa Almeida	611
Desenvolvimento e Calibração de Estação Climática de Baixo Custo Clarissa Sartori Ziebell, Marcos Vizzotto, Pedro Henrique Gonçalves	619

Avaliação de concretos produzidos com variadas areias de mineração – Em busca de dosagens de alto desempenho e sustentáveis	629
Cheila Barbosa de Souza, Mariana Menezes	
Análise do transporte de contaminantes agrícolas em corpos hídricos através da simulação de uma plantação de milho na plataforma MOHID Land em Varre-Sai, RJ	638
Laise Novellino Nunes de Souza, Wagner Rambaldi Telles, Jader Lugon Junior, Vicente de Paulo Santos de Oliveira	
Consequências dos fenômenos climáticos de 2023 sobre o Igarapé do Turuma-Açu em Manaus, Amazonas, Quanto ao Transporte Hidroviário	648
Ladson Danley Aguiar Vale, Jussara Socorro Cury Maciel	
Influência do uso da areia natural no índice de consistência e resistência à compressão de compósitos cimentícios produzidos com CP-V e CP-III	658
Vinicius Theiss Provatti, Juliana Jianhuan Li, Fernando do Couto Rosa Almeida, Thiago Ewerton Cobra de Castro	
Revisão Sistemática De Estudos Sobre A Sustentabilidade Do Processo De Impressão 3D	666
Tainá Stempkowski Terra, Jocelise Jacques de Jacques, Beatriz Martins Frasnelli, Fábio Gonçalves Teixeira	
Utilização Da Fibra De Cânhamo (Cannabis sativa L.) Como Matéria-Prima Na Construção Civil	675
Luanna Lourenço Morais, Fabíolla Xavier Rocha Ferreira Lima	
Horta em um centro de ensino fundamental: Sistema de irrigação por microgotejamento automatizado	685
Luca Demartini Gontijo, Guilherme Carvalho de Oliveira Martins, Dianne Magalhães Viana, Rafael Amaral Shayani	
Aplicação da abordagem ecossistêmica na Avaliação do Ciclo de Vida	695
Marina Silva Seabra da Rocha, Eleonora Sad de Assis	
Desenvolvimento de modelo para determinação da resistência à compressão axial do concreto a partir de ensaios não destrutivos: ultrassonografia e resistividade elétrica	705
Francisco Luiz Campos Lopes, Fernando do Couto Rosa Almeida, Laura Viana de Melo, Arthur Mader Portela Garcia Carvalho	
Requalificação Urbana: proposta de praça pública com regeneração de espaços verdes em Santana do Araguaia-PA	713
Cláudia Vasconcelos, Naielly Eudira Almeida dos Santos, José Armando Martins Ferreira, Luana dos Santos Costa de Sousa Lima, Wesley Dias Guedes	
Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil: Um estudo de caso em Belém do Pará	722
Ádria Rafaella Modesto Reis, Samuel Oliveira de Queiroz, Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro, Mariana Domingues von Paumgarten	
O Ciclo de Vida de Sofá Estofado: inventário de sofá retrátil	731
Áurea Luiza Q. R Rapôso	
A Reciclagem De Resíduos Sólidos Na Construção Civil	744
Ana Beatriz Mascarenhas Pereira, Gisele Vidal Vimeiro, Samuel Rodrigues Castro, Bruno Henrique Lourenço Camargos, Roberto Galéry	
Revisão Sistemática sobre Avaliação dos Impactos das Hidrelétricas na Qualidade de Água da Bacia do Rio Itabapoana - Região Hidrográfica IX	753
Flávia Chrysóstomo Silva, Thiago Moreira de Rezende Araújo, Vicente de Paulo Santos de Oliveira	
Análise Dos Impactos Ambientais Causados Pelos Resíduos Sólidos de Construção e Demolição em Manaus – AM	764
Leilane Jovina Nascimento Braga, Brenda Carvalho Mar, José Costa Feitoza, Jussara Socorro Cury Maciel	

Utilização do Mapeamento Sistemático para a realização de uma revisão de literatura sobre métodos e tratamentos de água contaminada por rejeito de minério de ferro e petróleo utilizando floculação por taninos vegetais.	774
Fernanda Raggi Grossi, Neimar Freitas Duarte, Thiago Moreira de Rezende Araújo	
Estudo de Viabilidade Técnica de Solos para Paredes em Taipa de Pilão	786
Anderson Renato Vobornik Wolenski, Andreza Frare, José Eduardo Mendes de Lima, Emilia Teixeira Poltronieri, Thomas Camponogara Aires da Silva	
A estiagem de 2023 como evento hidrológico severo na bacia do Amazonas	796
Jussara Socorro Cury Luciana da Silva Loureiro, Renato Cruz Senna, Andre Luis Martinelli Real dos Santos	
PARTE III - DESIGN 1	820
Metodologia para ponderação e hierarquização de problemas identificados em avaliações de usabilidade para composteiras	822
Kátia Broeto Miller, Jacqueline Rogéria Bringuenti, Anna Carolina Barretto, Emilly Victoria Silva e Sousa, Beatriz Torezani Sacramento	
Um olhar sobre a sustentabilidade na produção cerâmica em comunidade tradicional: estudo de caso no Quilombo Grilo/PB	832
Julia Teles da Silva, Itamar Ferreira da Silva, Alice Campos Silva, Emmanuelle Leão	
Espaços Verdes Urbanos: Uma Abordagem Sustentável para o Bem-Estar Mental nas Cidades	841
Ana Luiza dos Santos Matos, Nicolas Brandão Carvalho, Paulo Cesar Machado Ferroli	
Jogo de tabuleiro para a promoção da educação e sensibilização a respeito da preservação e proteção da fauna e flora da Ilha do Campeche – Florianópolis - SC	852
Catherine Pacher Schultz, Manoela de Freitas Zamparetti, Ana Veronica Pazmino	
Desenvolvimento de souvenirs da Baleia Franca para a Ilha do Campeche – SC	859
Anna Beatriz Yu, Luca Cilento, Ana Veronica Pazmino	
O design estratégico feminista como articulador de uma cidade por e para mulheres	867
Giulia Locatelli, Karine de Mello Freire	
Criação de selas de couro na Feira Central de Campina Grande PB: Fluxos materiais e imateriais	876
Aryuska Aryelle Santos Sousa da Silva, Gabriel Alves Gomes, Julia Teles da Silva, Rabi Ananias Araújo da Silva	
Ensino de Materiais e Processos para Design – Estudos de Caso	884
Paulo Cesar Machado Ferroli, Lisiane Ilha Librelotto	
Jogo Educacional Labirinto do Saci - Brinquedoteca - Hospital Universitário - Universidade Federal	894
Daniel Dutra Vantajo, Ana Veronica Pazmino	
Poluição Plástica: Uma Abordagem Sistemática Acerca De Suas Consequências E Alternativas Adotadas Para Mitigar A Problemática	903
Ian Victor Silva, Paulo Cesar Machado Ferroli	
A sustentabilidade no ensino superior em Design de Moda – considerações a partir dos componentes curriculares dos Cursos Superiores de Tecnologia dos Institutos Federais brasileiros	913
Glauber Soares Junior, Fabiano Eloy Atílio Batista, Ítalo José de Medeiros Dantas, Débora Pires Teixeira	

Impressão 3D de próteses de membro superior para crianças: uma revisão da literatura.	922
Bárbara Bernadelli Ribeiro, Pedro Henrique Gonçalves, Laura Duarte Santana	
Comparação entre os métodos de produção tradicionais e a prototipagem rápida no campo das órteses plantares	932
Bárbara Bernadelli Ribeiro, Pedro Henrique Gonçalves, Laura Duarte Santana, Sofia Maria Mecnas Areias Lima	
A cultura do campo no feed e na cidade: algumas reflexões sobre design e sustentabilidade	941
Josana Mattedi Prates Dias, Rita de Castro Engler	
Moda sustentável para quem? Os desafios da inclusão	950
Glauber Soares Junior, Juliene França Ferreira, Fabiano Eloy Atílio Batista, Claudia Schemes	
A cultura de design no pós-desenvolvimento	958
Lucas Osorio Alves da Silva, Debora Baraúna	
<i>Role of FPSOs in deepwater and ultra-deepwater exploration: a literature review on social manufacturing systems in industry 5.0 / Papel dos FPSOs na exploração em águas profundas e ultra profundas: uma revisão de literatura sobre sistemas de manufatura social na Indústria 5.0</i>	968
Anderson Gonçalves Portella, Victor Hugo Souza de Abreu, Marcos dos Santos	
Embalagens alimentícias como veículo de ecoinformação para o público infantil: estratégias educativas presentes no mercado brasileiro	979
Thamyres Oliveira Clementino, Maria Isabela Barbosa de Medeiros, Adriano Ramos dos Santos	
Pedras Ornamentais naturais e sintéticas: as primeiras ações para criação de uma materioteca em Pernambuco	988
Germany D'Garcia Araújo Silva, Thaisa Natacha Pedrosa, Camilla Wedja Melo	
Priorização do eixo social da sustentabilidade por meio do desenvolvimento de um suporte para câmera esportiva para a Associação Surf Sem Fronteiras	996
Caio Gabriell Savi Fernandes Favero, Jéssica de Paula Figueira Ribeiro, Luísa Diniz Silva de Aguiar, Vinícius Nhoncance Assoni, Carla Alcoverde de Aguiar Neves	
Utilização de Sensores ToF para desenvolvimento de Tecnologia Assistiva para pessoas com deficiência visual	1004
Aida Araújo Ferreira, Gilmar Gonçalves de Brito, Carlos Alberto Leal de Barros, Felipe Santana de Oliveira, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa, Vânia Soares de Carvalho	
Estratégias de green marketing no contexto da moda	1012
Andreia Mesacasa, Kelen Renata Rosset	
Atlas Mnemosyne: inspirações de Aby Warburg para as práticas do design e da sustentabilidade	1023
Carlo Franzato	
Práticas acadêmicas para a sustentabilidade: meliponicultura como tema no design	1032
Juan de Lima Costa e Silva, Iago Augusto Campos de Paula, Eduardo Schmitt Sampaio, Gabriel Pereira da Veiga, Andre Mol	
O Design na Indústria como um Desafio de Sustentabilidade: o relato de uma ação pedagógica no ensino superior	1040
Germany D'Garcia Araújo Silva, Thais Gonçalves Silva, Lais Queiroz, Karla Matos Santos	
Panorama Histórico Do Uso De Plásticos Convencionais E Biodegradáveis	1048
Nicolas Souza Schaullet, Vinicius Gadis Ribeiro, Jocelise Jacques de Jacques	

Gamificação para o desenvolvimento de estratégias em prol da sustentabilidade: Case “São Chico Sustentável”	1058
Luiz Paulo de Lemos Wiese, Adriane Shibata Santos, Thamires Cristina Pena Reis, Helena Pereira Wiese	
Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL sob a ótica das práticas Lean e Green	1067
Maria Francilania Fontes Barbosa, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso	
Intercambialidade em escovas dentais: economia sustentável de projeto para saúde	1077
Sophia Moreira de Abreu, Fernando José da Silva	
Tendências do Slow Fashion: O Impacto das Redes Sociais na Conscientização, Comunicação e Comportamento do Consumidor	1086
Íris Malta da Silva, Paulo Cesar Machado Ferroli	
Tendências e Desafios na Transição para Energias Renováveis	1099
Mateus Eller Behr, Pedro Henrique Justino Regis, Nicholas Resende, Rafael Vieira da Silva Gubert, Paulo Cesar Machado Ferroli	
Oficina criativa do Designer descalço: Processos Bio centrados	1111
Mariana Vasques Batista de Carvalho, Fatima Aparecida dos Santos	
Cidades mortas, Design Regenerativo na Serra da Bocaina	1119
João Lutz, Renata Vilanova	
Entre saberes tácitos e acadêmicos: o método MDD vivenciado no quilombo de Monge Belo – MA	1128
Gabriela Ramos Ferreira, Raquel Gomes Noronha, Caroline Salvan Pagnan	
PARTE IV - DESIGN 2	1148
Desenvolvimento de Estufa Artesanal para a Produção de Materiais Sustentáveis feitos a partir da Borra de Café	1151
Ana Beatriz Sobral Ferreira, Thamyres Oliveira Clementino	
Produção e Testagem de Biomaterial Produzido de Resíduo de Café Aplicado no Design de Produtos	1160
Geovanna Queiroz Silva, Rafael Paullino Ferreira	
Reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição na construção civil brasileira: Potencialidades e barreiras	1169
Roberta Sales Domingues, Viviane dos Guimarães Alvim Nunes	
Estudos sobre UX/UI Design em plataformas digitais para habitação social e Design Centrado no Usuário	1178
Simone Barbosa Villa, Silvio Mendes Araújo Júnior	
Inovação Social e Mudanças Climáticas: o uso de metodologias participativas de design e a geração de soluções para a crise climática	1190
Thayne Pontes Garcia, Viviane dos Guimarães Alvim Nunes	
DESISME: Design para a Inovação Social e Sustentabilidade como uma metodologia de ensino	1200
Lais Schomaker Maurell, Carla Martins Cipolla	
Practicing Integral Sustainability Values in the Context of Low-Income Brazilian Community Gardens / Praticando Valores da Sustentabilidade Integral no Contexto de Hortas Comunitárias Brasileiras de Baixa Renda	1210
Rosângela Míriam Lemos Oliveira Mendonça, Samantha de Oliveira Nery, Ediméia Maria Ribeiro de Mello	

Experimentações com tecnologias de fabricação digital: produção de modelos e protótipos de elementos de conexão	1221
Livia Brito da Cruz, Camilla Martins Freire, Mariana Rodrigues Rizzi, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Cyntia Santos Malaguti de Sousa	
Conforto térmico e lumínico nos invólucros envidraçados: estudo empírico com filtro de polímero termocrômicos integrado no vidro	1230
Hilma Santos Ferreira, Jullyene da Silva Costa, Tarciana Araújo Brito de Andrade, Amilton José Vieira de Arruda	
Design Participativo na Educação em Design: contribuições de uma disciplina de projeto	1243
Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, Rodrigo Argenton Freire	
Codesign De Projetos De Incêndio Em Edifícios: uma contribuição aos métodos tradicionais de concepção	1253
Guilherme Fernando Soares de Araújo, Viviane dos Guimaraes Alvim Nunes	
Design Afetivo e Sustentabilidade no Design de Produtos: uma revisão integrativa	1262
Erik Felipe Caetano da Silva, Jocelise Jacques de Jacques, Clariana Fischer Brendler	
Desenvolvimento de material proveniente de reuso de sacolas plásticas descartáveis	1273
Giselle Santos Almeida	
Os frameworks que organizam o biodesign e a atitude em relação a outras espécies / <i>The frameworks that organize biodesign and the attitude towards other species</i>	1282
Elisa Strobel do Nascimento, Adriano Heemann	
O ativismo infantil como ferramenta de educação ambiental – Estudo de Caso de um projeto brasileiro	1292
Karina Venancio Bonitese, Júlia Bonitese Duarte	
Cúrcuma Uma Alternativa Ecológica no Tingimento de Fibras Têxteis	1301
Samuel Gomes Gontijo, Rachel Rios Scherrer	
A Relação Entre Design E Sustentabilidade Na Produção De Futuros Possíveis	1311
Matheus da Silva Pinho, Ana Lucia Alexandre de Oliveira Zamdomeneghi	
Impactos e desafios ambientais para o smart clothing no ciclo de vida: revisão do estado da arte	1320
Fernanda de Oliveira Massi, Natália Ferraz Reis, Aguinaldo dos Santos	
Projeto centrado na atividade: o caso de um carrinho de coleta de recicláveis	1331
Douglas Monteiro Gonçalves, Marcelo Alves de Souza	
Celulose bacteriana aplicações com foco em alternativas sustentáveis	1340
Camille Cristal Anastácio, Lia Paletta Benatti, André Mol, Silvia Rezende Xavier	
A Criação De Um Protótipo De Bolsa Utilizando Tampinhas De Garrafas Pets E Tecidos Descartados Pela Indústria Têxtil	1347
Larissa Araujo Silva, Raphaela Alves Ribeiro, Thaís Gabrielle Vieira Souza, Pedro Henrique Gonçalves	
Caracterização de Material Particulado de Madeiras de Pinus e Eucalipto	1356
Ithalo Amorim de Melo, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Raposo	
Reaproveitamento da Borra de café no desenvolvimento de biocompósito com bioaglutinantes	1366
Rafael Paulino Ferreira, Douglas Daniel Pereira, Geovanna Queiroz Silva	
Ferramenta para análise de sustentabilidade em produções de jóias	1375
Aryuska Aryelle Santos Sousa da Silva, Thamyres Oliveira Clementino	
Eficiência dos métodos de produção de órteses com uso da impressão 3D: uma revisão sistemática	1383
Bárbara Tatiele Santos, Clariana Fischer Brendler	

Cartografia: mapeando e produzindo territórios existenciais e relacionais Natalí Abreu Garcia, Carlo Franzato	1395
Por Quanto Tempo Dura Um Evento? Contribuições do Design de Ambientes quanto ao impacto ambiental dos resíduos gerados por cenografias de eventos Mariah Guedes Mouraria, Sílvia de Alencar Rennó	1403
Como A Estamparia Pode Contribuir Para A Redução De Resíduos Têxtil Bruna Boni	1420
O Design de Serviço como abordagem para a definição dos stakeholders no projeto do módulo habitacional do Programa Antártico Brasileiro Criosfera 1 Dayane Cabral Ziegler, Sydney Freitas, Pedro Zöhner Rodrigues da Costa	1429
O processo de sensibilização para reuso de materiais em um curso de Design e sustentabilidade para jovens Julia Teles da Silva, Maria Lúcia Espanhol, Jackeline Lima Farbiarz	1437
Aplicações em design para compósitos de resina PU vegetal e fibras vegetais Marcelo Hsu de Oliveira, Cyntia Santos Malaguti, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Arthur Hunold Lara	1446
Análise projetual de mobiliários públicos: utilização de tecnologias de fabricação digital e materiais de base florestal Joana da Silva Thomaz, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Cyntia Santos Malaguti	1456



ENSUS

2024

ANAIS

PARTE 1 - ARQUITETURA

Explorando a Metodologia de Desempenho Performativo no Processo de Edifícios Comerciais no Clima Subtropical Úmido: Uma análise do Estudo de Caso do Projeto VIII

Exploring the Methodology of Performative Performance in the Commercial Building Process in the Humid Subtropical Climate: An analysis of Case Study VIII.

Ana Elisa Souto, Doutora em Arquitetura, UFSM/CS.

ana.souto@ufsm.br

Willian Magalhães de Lourenço, Pós-Doutorando em Engenharia Civil, UFSM/CS.

willian.lourenço@ufsm.br

Yasmim Costa Pinzon, Acadêmica Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFSM/CS.

yasmimpinzon@gmail.com

Caroline Silveira da Silva, Acadêmica Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFSM/CS.

carolinesilveira0110@gmail.com

Lais Bernardo Laghi, Mestranda no PPGAUP/UFSM, Brasil.

laislaghi@gmail.com

Resumo

O artigo descreve a aplicação do projeto de pesquisa "Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: Edifícios Bioclimáticos e Energeticamente Eficientes" na disciplina Projeto VIII, na UFSM/CS. Integrando abordagens qualitativas e quantitativas, prioriza soluções bioclimáticas e eficiência energética. Estratégias de condicionamento térmico passivo e requisitos acústicos direcionam o conforto em ambientes de escritórios. Normativas foram organizadas em tabelas para análises dinâmicas. Embora as estimativas orientem sobre eficiência do edifício, a ferramenta Insight 360° possibilita decisões conscientes, podendo ser implementada precocemente no projeto, com potencial para análises detalhadas se alimentada por mais informações técnicas.

Palavras-chave: Processo de Projeto Performativo; Desempenho Termo-Acústico; Edifício Comercial; Zona Bioclimática 3; Especificação da materialidade; Classe de Ruído III;

Abstract

The paper describes the application of the research project "Investigation into the Performative Design Process: Bioclimatic and Energy-Efficient Buildings" in the Project VIII discipline, at UFSM/CS. Integrating qualitative and quantitative approaches, it prioritizes bioclimatic solutions and energy efficiency. Passive thermal conditioning strategies and acoustic requirements drive comfort in office environments. Regulations were organized into tables for dynamic analysis. Although the estimates provide guidance on the building's efficiency, the Insight 360° tool enables informed decisions and can be implemented early in the project, with the potential for detailed analyses if fed by more technical information.

Keywords: *Performative Design Process; Thermo-Acoustic Performance; Commercial Building; Bioclimatic Zone 3; Materiality Specification; Noise Class III.*

1. Introdução

A indústria da construção civil é reconhecida como uma das principais causadoras de impactos ambientais, devido à sua alta demanda energética em todas as etapas, desde a produção de materiais até o uso e ocupação dos edifícios. Ao trabalhar com projetos arquitetônicos digitais, é crucial considerá-los como uma oportunidade para explorar diversos aspectos. Kolarevic (2008) destaca o desempenho como um dos aspectos mais importantes a serem considerados. Nesse sentido, os fatores de desempenho do edifício orientam o projeto, influenciando tanto a forma quanto a escolha dos materiais de construção. Essa abordagem enfatiza o desempenho como uma ferramenta que pode redefinir a maneira tradicional de conceber o ambiente construído, levando a processos inovadores e criativos (Oxman, 2008).

Com o aumento do uso de métodos de simulação baseados no desempenho, uma variedade de métodos e técnicas está sendo pesquisada e incorporada no desenvolvimento de projeto arquitetônico (Eastman, 2009). O estudo de caso apresentado no artigo descreve a experiência de uma disciplina de projeto avançado, detalhando a metodologia do projeto de pesquisa intitulado “Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: Edifícios Bioclimáticos e Energeticamente Eficientes”. Este projeto foi aplicado na disciplina de Projeto VIII, do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria no campus de Cachoeira do Sul (UFSM/CS). A disciplina visa atender às condições climáticas locais da Zona Bioclimática 3 (ZB3), concentrando-se em suas características únicas por meio do processo performativo do projeto. Este processo utiliza o desempenho térmico e acústico como principal parâmetro para o desenvolvimento do detalhamento técnico construtivo de um projeto de edifício comercial localizado na Avenida Carlos Gomes, em Porto Alegre-RS.

A pesquisa objetiva desenvolver uma metodologia pedagógica para incentivar a aplicação de estratégias bioclimáticas adequadas, especificamente na zona bioclimática 3, tanto na fase de concepção quanto no detalhamento técnico-construtivo dos projetos, por meio de análises de viabilidade qualitativa e quantitativa. Além disso, explora-se o uso de ferramentas digitais em sala de aula para projetar, destacando seu potencial no aprendizado e desenvolvimento do projeto, com ênfase no desempenho da edificação. A eficiência energética de uma edificação vai além da simples seleção de materiais de baixo consumo de energia durante sua produção; é necessário garantir que esses materiais estejam consoante as normas técnicas, como a NBR 15575 (ABNT, 2021a), que estabelece diretrizes para a utilização racional dos recursos naturais e o bom desempenho das construções. Isso resulta em edifícios mais eficientes e na redução máxima dos impactos ambientais, promovendo economia, durabilidade e garantindo condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), eficiência energética em edificações refere-se à prestação de um serviço com baixo consumo de energia. Em resumo, um edifício é considerado mais eficiente energeticamente quando oferece as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia em comparação com outros. Portanto, é mais vantajoso buscar adaptações para economizar energia do que aumentar seu fornecimento. A busca pela eficiência energética não significa racionar o uso de energia, mas sim utilizá-la de forma a causar menos impactos ambientais e econômicos.

O papel do projetista é fundamental ao lidar com as variáveis climáticas e espaciais, além de definir os materiais da edificação, tanto nos fechamentos opacos quanto nos transparentes, para tomar decisões adequadas conforme a realidade local (Souto; Pinzon, 2023). O avanço do projeto, é um processo sucessivo e combinado, utilizando simulações e verificações prescritivas para propor soluções embasados no local, ainda sujeitas à interpretação do autor (Souto, 2023).

A universidade desempenha papel crucial na implementação de métodos projetuais que visam aprimorar a tecnologia, sua usabilidade e a compreensão das escolhas feitas durante o processo de projeto, buscando melhorar seu desempenho. A disciplina incentiva a utilização do software Revit 2023 (AUTODESK, 2023), que oferece uma licença estudantil gratuita de um ano, utilizando a metodologia BIM (Building Information Modeling) e permitindo a integração dos processos.

Ao adotar parâmetros qualitativos e quantitativos estabelecidos pela norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2021a), e seguir as orientações do guia associado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013), juntamente com às diretrizes estabelecidas na NBR 15220-3 (ABNT, 2005): Zona 3, a pesquisa atual e a experiência didática contribuem para qualificar e familiarizar os alunos quanto ao comportamento e uso da edificação. Essas variáveis podem se alterar conforme as características de cada local, promovendo o respeito a esses aspectos.

Desde 2011, a Organização Mundial da Saúde, alerta que a poluição sonora é a segunda maior fonte de poluição no planeta (WHO, 2011). Diferentemente de outras formas de poluição, a sonora não deixa um passivo ambiental, mas afeta diretamente a saúde humana, podendo causar distúrbios do sono, estresse, perda auditiva e alterações no metabolismo humano (WHO, 2009), impactando diretamente na necessidade das edificações em garantir proteção contra esses efeitos adversos.

A NBR 15575 (ABNT, 2021a) estabelece requisitos mínimos de desempenho acústico que afetam diretamente a qualidade do ambiente construído e na vida dos usuários. Os requisitos incluem desempenho para isolamento em sistemas de pisos por meio da NBR 15575-3 (ABNT, 2021c), para vedações verticais internas e externas pela NBR 15575-4 (ABNT, 2021d) e para sistemas de coberturas pela NBR 15575-5 (ABNT, 2021e). Os requisitos para instalações hidrossanitárias são sugeridos pela NBR 15575-6 (ABNT, 2021f). Embora esses requisitos sejam destinados principalmente a habitações, eles servem como referência para estabelecer parâmetros em outros tipos de edifícios, visando a qualidade do ambiente construído, especialmente para aqueles focados em desempenho, conforto e eficiência.

1. Estruturação da disciplina de Projeto VIII

Na disciplina de Projeto VIII, adotou-se uma abordagem estruturada, dividindo o processo de projeto em quatro etapas principais: a preparação do anteprojeto para o projeto executivo, a elaboração do memorial descritivo, a criação dos cortes de pele e o detalhamento setorial de pavimentos. Cada etapa foi crucial, exigindo análises profundas às informações e detalhes técnicos, visando um projeto integrado e exequível. O desempenho térmico e acústico com a eficiência energética orientaram as decisões em todas as fases. As especificações seguiram os critérios da NBR 15575 (ABNT, 2021a), com foco na transmitância e capacidade térmica. As alvenarias externas foram definidas conforme o desempenho térmico exigido pela NBR 15574-4 (ABNT, 2021d), observando os limites para a zona bioclimática 3.

A NBR 15575 (ABNT, 2021a) estipula critérios para atenuação acústica de ruídos de impacto em lajes de piso e isolamento de piso e do envelope da construção. Um bom isolamento considera a utilização de fechamentos com alto índice de isolamento, alvenarias pesadas ou duplas, e minimização da transmissão de ruído pela estrutura (LOURENÇO, *et al.*, 2022; LOURENÇO, *et al.*, 2023). Valores entre 40 e 50 dB para isolamento de ruídos aéreos são considerados muito bons, enquanto acima de 45dB são excelentes. Priorizar a acústica no projeto resulta em maior conforto e reduz a necessidade de correções pós-execução.

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia deste estudo integra abordagens qualitativas e quantitativas, priorizando soluções bioclimáticas e energeticamente eficientes, além de ferramentas com potencial integrativo de informações para a elaboração da prática projetual na disciplina. Os projetos aqui apresentados, foram concebidos com um caráter performativo, buscando adaptar-se às transformações do ambiente por meio de simulações de desempenho, visando alcançar maior eficiência energética (OXMAN, 2008b). Na disciplina de Projeto VIII, o foco está na especificação e detalhamento das estratégias de projeto, onde as escolhas quanto a materialidade, elementos e sistemas construtivos desempenham um papel crucial.

O atendimento às estratégias de condicionamento térmico passivo, conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), e aos requisitos de acústica pelas normativas, atuam sobre um impacto direto no conforto das áreas de permanência em ambiente de escritórios. Para isso, as principais normativas referentes à ZB3 foram organizadas em tabelas interativas, permitindo a verificação das diretrizes construtivas e sugestões de estratégias de condicionamento térmico passivo de forma dinâmica e integrada. Dentre as estratégias incluem-se sugestões para o tamanho de aberturas para ventilação e proteção por sombreamento, bem como parâmetros térmicos para vedações externas, tipos de paredes e coberturas, e estratégias para condicionamento térmico passivo, conforme a Tabelas 1.

Tabela 1: Estratégias de condicionamento térmico passivo – NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e NBR 15575-4 (ABNT, 2021).

NBR 15220-3:2005		NBR 15575-4:2021 (Valores referência SVVE – Zona Bioclimática 3)		Projeto: Otto (Edifício comercial e corporativo, com total de 15 pavimentos e de Térreo comercial)
Zona Bioclimática:	3			Cidade: Porto Alegre
Tamanho de aberturas para ventilação	MÉDIAS	15% < A (em % da área de piso) < 25%	Percentual de abertura de referência para ventilação: $\geq 7\%$ da área de piso*	Coworking: A=16%
Sombreamento	Permitir sol durante o inverno	*Verificar no projeto com estudo solar		Permitir sol durante inverno e sombreamento no verão
Ventilação	CRUZADA	*Verificar estratégias sugeridas (TABELA 25)		Possibilidade de ventilação cruzada
Paredes Externas	LEVE REFLETORA	$U \leq 3,60$; $At \leq 4,3$; $FSo \leq 4,0$	$U \leq 3,7$ quando $a \leq 0,6$ $U \leq 2,5$ quando $a > 0,6$ $CT \geq 130$	Alvenaria em bloco cerâmico: $U=1,9$; $At=3,6$; $Fso=1,2$. Pele de vidro: $U=1,88$; $Fso=3,91$.
Paredes Internas	PESADAS	*Verificar estratégias sugeridas (TABELA 25)	-	Paredes de concreto(15cm): $U=3,7$; $At=3,8$; $CT=348$.
Cobertura	LEVE ISOLADA	$U \leq 2,00$; $At \leq 3,3$; $FSo \leq 6,5$	-	Laje nervurada com EPS (aproximado): $U=1,3$; $At=12,5$; $Fso=4,06$.
Estratégias	BCFI	*Verificar em ANEXO A (cidades) abaixo	-	Aquecimento artificial por ar condicionado; Aquecimento por superfícies envidraçadas; Paredes internas pesadas; Possibilidade de ventilação cruzada.
Legenda (unidades de medida)	Transmitância térmica ou Coeficiente de transferência de calor (U): W/(m²K)		Absortância (a): % (porcentagem)	
	Atraso térmico (At): h (horas)		*É permitido um percentual de abertura de elementos transparentes superior a 20% caso sejam utilizados os vidros sejam de alto desempenho ou elementos de sombreamento horizontais nas aberturas.	
Legenda (preenchimento da tabela)	Fator solar (Fso): % (porcentagem)			
	Capacidade Térmica (CT): kJ/(m²K)			
	Informações devem ser preenchidas manualmente.			
Informações preenchidas automaticamente através da zona selecionada.				
Informações preenchidas automaticamente através da zona selecionada.				

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Além disso, a disciplina forneceu uma planilha para cálculo e correção do valor TR (tempo de reverberação), verificando os valores de absorção para cada frequência dos materiais escolhidos (CARVALHO, 2010; BISTAFA, 2006). O Tempo de Reverberação (TR) foi o parâmetro objetivo utilizado para projetar, inicialmente, a qualidade acústica das salas de coworking dos projetos. Primeiramente, após a etapa de concepção projetual, foi calculado o TR da sala em questão.

Segundamente, por meio da NBR 12179 (ABNT, 1992), identificou-se o TR ideal, e a partir disso, o TR foi corrigido, a partir das configurações e proposições arquitetônicas de absorção.

Calculou-se a área de absorção sonora total para as bandas de frequência (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz), utilizando a fórmula: $A = \sum (\alpha \times S)$. Em seguida calculou-se o tempo de reverberação atual e o corrigido, com a Equação 1, a Equação de Sabine, de acordo com a NBR 12179 (ABNT, 1992):

$$TR = 0,16 \times V / A \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

V = volume do local [m³];

A = área de absorção total.

A partir dessa etapa, os alunos começaram a procurar fornecedores que atendessem aos requisitos mínimos de propriedades térmicas e acústicas, conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2, organizadas de forma técnica no memorial descritivo. Essa etapa exigiu uma pesquisa extensa entre normativas e fornecedores, permitindo aos alunos entender não apenas as características dos materiais, mas também como detalhar os elementos, sistemas e componentes do empreendimento. O objetivo era fornecer um conjunto claro e conciso de informações técnicas, garantindo dados confiáveis para a execução adequada da obra, especialmente por tratar-se de uma edificação situada em uma Classe de Ruído III, próxima à vias de tráfego intenso, conforme a NBR 10151 (ABNT, 2019), destacando a necessidade de um alto desempenho ao isolamento de fachadas.

Tabela 2: Principais fechamentos e sua relação de atenuação acústica em unidade de decibéis - Projeto Otto.

Fechamentos	Drywall: Wallfelt POP 70mm Isover (para parede simples)	Divisórias de vidro: Linha Euro 90 SPR	Alvenaria: Blocos Classe VED15 Pauluzzi (para espessura de 17cm com revestimento reboco de 1,5 cm em ambas as faces)
Desempenho acústico	47dB	52 dB	39 dB

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

3. Aplicações e Resultados

Como estudo de caso, foram destacados dois projetos desenvolvidos na disciplina de Projeto VIII: Otto e Menna Corporate. Reconhecendo a grande responsabilidade na escolha da materialidade e sua influência no desempenho da edificação, as alunas fundamentaram suas decisões na comparação das propriedades térmicas de materiais e sistemas construtivos em relação aos valores de referência da ZB3. Para isso, utilizaram o PROJETEEE (2023), que relaciona dados climáticos da cidade do projeto com estratégias bioclimáticas e componentes construtivos sugeridos, integrando as normas técnicas NBR 15575 e NBR 15220. Além disso, a plataforma oferece uma calculadora virtual que verifica propriedades térmicas dos materiais, facilitando comparações e garantindo conformidade com as normativas.



Figura 1: Exemplo de aplicação da calculadora de propriedades - Projeto Otto. Fonte: PROJETEEE (2023).

Ademais, os componentes construtivos que não estavam disponíveis na plataforma ou nos exemplos das normativas, foram selecionados por meio dos fornecedores com certificação disponível. No entanto, a falta de informações completas nos catálogos e manuais dos fornecedores, dificulta o acesso rápido e fácil para os alunos, tornando a comparação entre os valores de referência mais complexa e imprecisa para a prática de projeto orientada ao desempenho térmico da edificação, em conformidade com as normativas vigentes.

Entretanto, nas análises acústicas, para corrigir o TR, as alunas alcançaram resultados satisfatórios, aproximando-se do TR ideal estabelecido pela NBR 12179 (ABNT, 1992). Os componentes construtivos destinados ao isolamento acústico forneceram informações detalhadas, permitindo resoluções mais precisas em relação ao TR em escritórios. Este desenvolvimento elucidou de que a qualidade acústica em edificações não está ligada somente ao desempenho de isolamento, mas a qualidade acústica de salas também, orientando os alunos a considerar situações reais de projeto em sala de aula, conforme ilustrado na Figura 2.

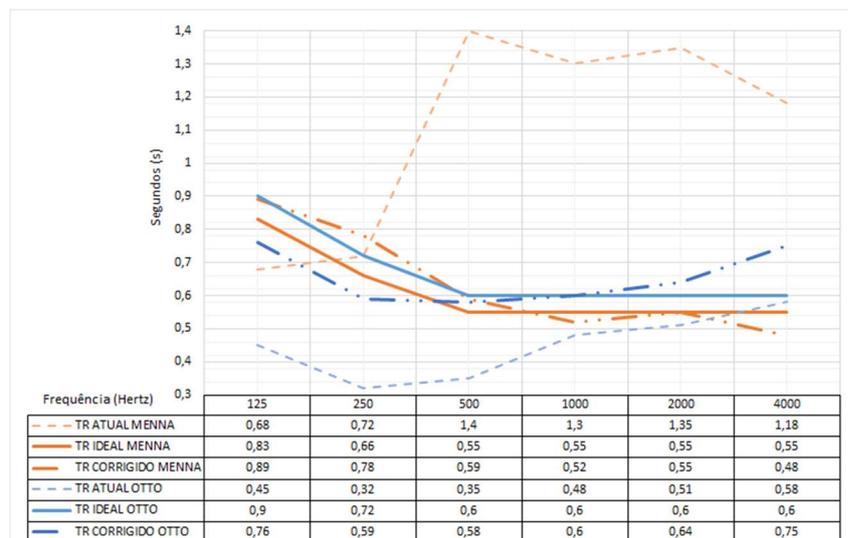


Figura 2: Resultado de correção do TR para os projetos Otto e Menna em estudo. Fonte: Os autores.

Além disso, para análises térmicas de desempenho, identificou-se o potencial da ferramenta Autodesk Insight 360° como suporte para análises preliminares na seleção de materiais e estratégias construtivas durante as fases de decisão projetual. Essa ferramenta integra motores de simulação de energia no software Revit 2023, utilizado na disciplina para o desenvolvimento

de projetos, e permite simular diferentes escolhas, oferecendo aos projetistas insights sobre o impacto dos materiais e componentes na construção, tornando as decisões mais assertivas e conscientes em relação ao desempenho do edifício, o que se torna crucial para alcançar maior eficiência energética.

Optou-se pelo modelo de massa na modelagem conceitual para realizar análises rápidas, flexíveis e ideais para comparações. Inicialmente, o arquivo no formato rvt deve ser configurado corretamente com a localização e orientação do norte verdadeiro. Após a conclusão da modelagem em massa, nas configurações de energia, são inseridas informações como porcentagem de aberturas, tipo de construção, ajustes de ar condicionado previstos para o projeto e, por fim, as propriedades térmicas gerais conforme as opções disponíveis no programa, baseadas na ASHRAE 90.1 (2019). Essas etapas devem ser realizadas antes do projeto executivo, no primeiro exercício de retomada da disciplina, considerando mudanças sugeridas para o projeto e pesquisando fornecedores para o memorial descritivo.

Ao gerar o modelo analítico de energia no programa, a plataforma Insight 360° permite a seleção de parâmetros com base na moeda utilizada e nas tarifas de gás e eletricidade. Neste estudo de caso, foram empregadas as tarifas locais de gás a 7,3707m³ e eletricidade a 0,656Kwh, utilizando a moeda Real, para os dois projetos. Isso possibilita aos alunos explorar estimativas em diversos cenários, assegurando conformidade com os critérios da ASHRAE 90.1 (2019) e com a redução de carbono proposta pela Architecture 2030. Entre os parâmetros ajustáveis estão a orientação do edifício, a relação entre área envidraçada e área bruta de alvenaria para cada orientação, a presença de proteção solar e as propriedades do vidro, a capacidade global de paredes e cobertura, a infiltração inicialmente estabelecida, a eficiência da iluminação artificial, a presença de sensores de ocupação e dimerização da luz natural, o consumo de energia pelos equipamentos elétricos, obtido por meio dos fornecedores, as horas de utilização pelos ocupantes da edificação e as situações de energia solar, incluindo a eficiência dos painéis, o tempo de *payback* e área de cobertura.

A partir das informações já configuradas no arquivo, é necessário verificar os espaços destinados para a análise, destacados em azul nas imagens 1 e 6 da Figura 4, pois apenas esses serão analisados. Gerado o modelo analítico no Insight 360°, conforme demonstrado nas imagens 2 e 7 da Figura 4, são criados cenários para simular quais diretrizes interferem na eficiência do edifício. O primeiro cenário de análise é o real, identificado pelas imagens 3 e 8 da Figura 4, representa o edifício com sua relação real entre aberturas e parede bruta, sem placas solares na cobertura, mas com proteções solares por meio de brises, vidros duplos de alto desempenho, iluminação artificial por lâmpadas do tipo LED com sensores de ocupação e dimerização. O segundo cenário, mostrado nas imagens 4 e 9 da Figura 4, inclui placas solares em 90% da cobertura, com eficiência de cerca de 20% e *payback* em até 30 anos. O terceiro cenário, representado pelas imagens 5 e 10 na Figura 4, além das placas solares adicionadas conforme o cenário 2, modifica o percentual de elementos transparentes em 20% para cada orientação, conforme as normativas sugerem.

Inicialmente, no cenário real, os dois edifícios apresentaram resultados iniciais semelhantes, apesar das diferentes composições. A adição de placas solares na cobertura mostra-se de grande desempenho para a redução de valores gastos pela edificação, conforme mostra o cenário 01 e sinaliza o potencial dessa aplicação por meios não tradicionais, como em fechamentos verticais ou brises. Além disso, alterando os mesmos parâmetros, verifica-se que o resultado pelo cenário 2, apresentado nas imagens 5 e 10 da Figura 3, pode ser significativa para a economia de energia.

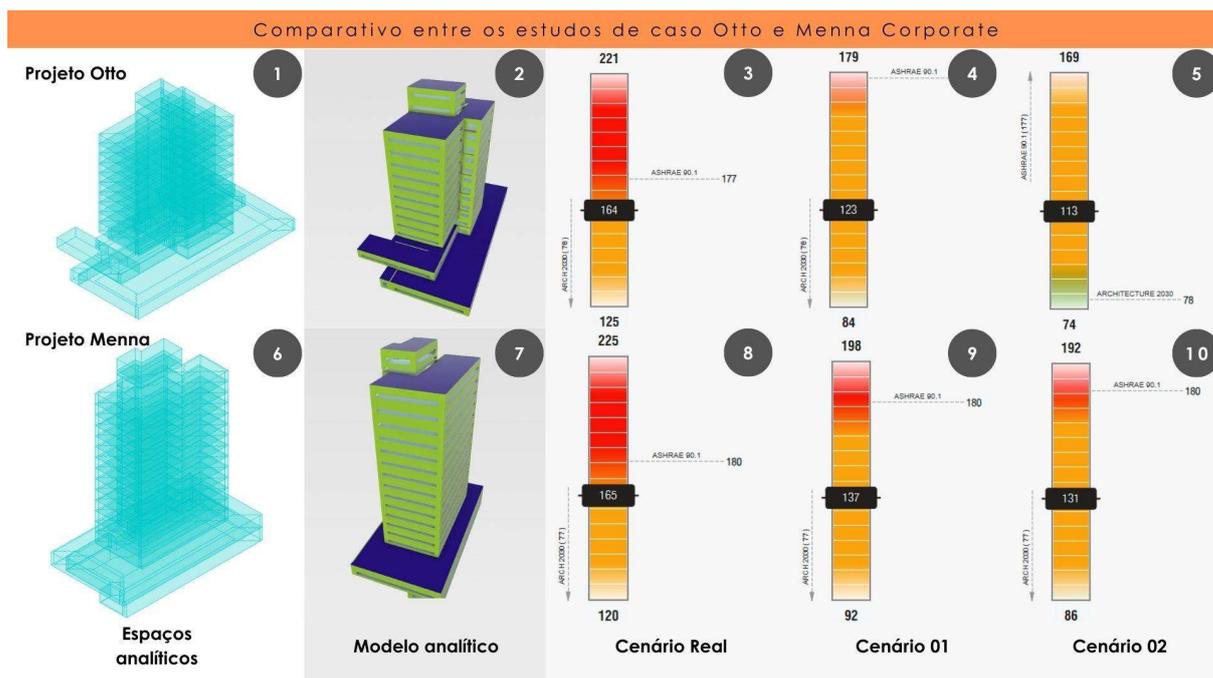


Figura 3: Estudo de eficiência energética (kWh/m²/ano) - Insight 360°. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Apesar dos valores apresentados serem estimativas, orientam os alunos sobre os impactos diretos na eficiência do edifício mediante comandos paramétricos, auxiliando na previsão de estratégias de conforto, qualidade de vida, e redução de carbono frente à crise climática. O fator rapidez na implementação da ferramenta Insight 360° é um potencial de aplicação em fases iniciais de projeto, auxilia em tomadas de decisões mais conscientes, e apresenta potencial de análises mais detalhadas se alimentado por mais informações técnicas, possíveis via fornecedores, por meio da metodologia BIM.

4. Conclusão ou Considerações Finais

Resultados precisos ainda envolvem estudos de especialistas, programas complexos de cálculo de desempenho que por vezes não possuem licença estudantil e que exigem um profundo estudo sobre as normativas. Estas por vezes encontram-se desatualizadas ou controversas entre si, o que não caberia em termos de tempo de pesquisa para a efetivação em uma disciplina de conteúdos complexos que envolvem o aprendizado de um projeto executivo de um edifício em altura de uso comercial e corporativo. Dessa maneira, o Insight 360° revela-se como uma ferramenta poderosa e acessível aos alunos, com comandos intuitivos e com resultados visuais sobre os impactos referentes às escolhas de projeto mais eficientes e conscientes ambientalmente.

No processo de pesquisa e seleção de materiais e sistemas construtivos, a consideração de parâmetros mínimos de desempenho também contribui para uma maior conscientização dos impactos das escolhas projetuais sobre as pessoas e as edificações. A aplicação dessas diretrizes no estudo de caso da disciplina de Projeto VIII para a ZB3 demonstra quais medidas podem melhorar a eficiência por meio de ferramentas BIM e programas de simulação, integrando as normativas vigentes de maneira dinâmica e efetiva no aprendizado.

Referências

- [1] KOLAREVIC, Branko.2005. Towards the performative in architecture. Em Kolarevic, B.; Malkawi, A. Performative architecture: beyond instrumentality, p.203-214.New York; Spon Press.
- [2] OXAMAN, Riva. 2008. Performance-based design: current practices and research issues. *Internacional Journal of Architectural Computing*, v.6, n.1,p.1-17.
- [3]EASTAMAN, Chuck. 2009. Automated assessment of early concept designs. *Architectural Design*, n.199, p.52-57, Mai-Jun.
- [4]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais-Desempenho, Rio de Janeiro: ABNT,2013.
- [5] LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. Eficiência Energética na Arquitetura. 3º edição, Eletrobrás/PROCEL,2014.
- [6] MORAES SOUTO, Ana Elisa; PINZON, Yasmim Costa. Evaluación de viabilidade y desempeño performativo: estudio de caso de edificio comercial en Proyecto VIII. *arquibur Revista*,13(24),68-81.
- [7]SOUTO, Ana Elisa. Processo de projeto performativo para edificações energeticamente eficientes. Capítulo 3. In: Engenharia e Arquitetura, construindo o Mundo Moderno-Volume I, Formiga (MG), Editora Real Conhecer,2023,PG 47-70.ISBN: 978-65-84525-72-6, DOI: 0.5281/zenodo.10.5281.<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/734757/2/Engenharia%20e%20Arquitetura%20Construindo%20o%20Mundo%20Moderno%20-%20Volume%201.pdf>
- [8]AUTODESK (2023). Revit (Versão 2023).<https://www.autodesk.com.br/products/revit/architecture>
- [9]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:1 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2021a.
- [10] WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Burden of disease from environmental noise.** 2011.
- [11] WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Health Statistics.** 2009.
- [12]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3. Desempenho Térmico de Edificações. Parte 3: **Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro,2005.36p.
- [13]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:3 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos para sistemas de pisos.** Rio de Janeiro, 2021b.
- [14]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:4 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.** Rio de Janeiro, 2021c.
- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:5 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos para sistemas de coberturas.** Rio de Janeiro, 2021d.
- [16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:6 Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos para sistemas hidrossanitários.** Rio de Janeiro, 2021e.

- [17] LOURENÇO, Willian Magalhães de; MELLER; Gabriela; ROSSI, Camila Taciane; HAAS, Alessandra; SANTOS, Eduardo Henrique Lucca; SANTOS, Joaquim Cesar Pizzutti dos; MELO, Viviane Suzey Gomes de; TENENBAUM, Roberto Aizik; MOHAMAD, Gihad. **Floor impact noise performance of prefabricated prestressed joists and block slabs with wooden laminate floors.** *Ambiente Construído*, 2022. 335-353p. v. 22, n. 4. 2022. doi:10.1590/s1678-86212022000400643
- [18] LOURENÇO, Willian Magalhães de; SANTOS, Eduardo Henrique Lucca; DEBONI, Guilherme; MELO, Viviane Suzey Gomes de. **Isolamento acústico de sistemas de fechamento verticais de "casa popular eficiente" confeccionada com tijolos solo-cimento.** *E&S Engineering and Science*, 2023. 1-18p, v. 12, n. 2. 2023. doi:10.18607/ES20231215044
- [18] OXMAN, Rivka. 2008. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, v. 29, n. 2, p. 99-120.
- [19] CARVALHO, Régio Paniago. *Acústica arquitetônica*. 2ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
- [20] BISTAFA, Sylvio R. *Acústica Aplicada ao Controle de Ruído*. São Paulo: Blucher, 2006.
- [21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179. **Tratamento acústico em recintos fechados** - Procedimento Rio de Janeiro, 1992. 9p.
- [22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. **Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro, 2019. 24p.
- [23] PROJETEEE. *Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Dados Climáticos*. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- [24] AUTODESK (2023). *Insight 360°* (Versão 2023). <https://insight360.autodesk.com/oneenergy>
- [25] ASHRAE 90.1-2019: *Energy Standards for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*, SI Edition. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2019.
- [26] ARCHITECTURE 2030. Disponível em: <https://www.architecture2030.org/new-building-actions/>

A Influência da Arborização no Processo de Apropriação dos Espaços Públicos: Um estudo na Praça Santos Dumont em Florianópolis (SC)
The Influence of Greenery on the Appropriation Process of Public Spaces: A study at Santos Dumont Square in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Lara Lima Felisberto, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina

laralimafelisberto@gmail.com

Almir Francisco Reis, Doutor USP, Docente na Universidade Federal de Santa Catarina

almir.reis@ufsc.br

Resumo

A presença de cobertura arbórea nos espaços urbanos é fundamental para qualificá-los em termos ambientais e estéticos e para promover a atratividade de ruas, praças e parques. Este artigo analisa a distribuição de árvores na Praça Santos Dumont, em Florianópolis (SC), sob a perspectiva dos seus usuários, visando identificar se essa disposição é satisfatória. A metodologia empregada inclui observação no local, mapeamento das árvores e aplicação de questionários aos frequentadores. Os resultados revelam preocupações relacionadas aos aspectos projetuais do espaço, especialmente a falta de arborização em áreas extensas, que gera excessiva insolação e impacta negativamente na motivação das pessoas para frequentarem o local.

Palavras-chave: Paisagem Urbana; Psicologia Ambiental; Espaços Públicos de Lazer

Abstract

The presence of tree cover in urban spaces is essential for enhancing their environmental and aesthetic qualities and for promoting the attractiveness of streets, squares, and parks. This article analyzes the distribution of trees in Santos Dumont Square, located in Florianópolis (SC), from the perspective of its users, aiming to identify whether this arrangement is satisfactory. The methodology employed includes on-site observation, tree mapping, and the administration of questionnaires to visitors. The results reveal concerns related to the design aspects of the space, particularly the lack of tree coverage in extensive areas, resulting in excessive sun exposure and negatively impacting people's motivation to frequent the area.

Keywords: Urban Landscape. Environmental Psychology. Public Leisure Spaces.

1. Introdução

A contínua expansão urbana nas cidades brasileiras tem provocado impactos substanciais, incluindo a redução das áreas verdes. Paralelamente, a demanda por esses espaços no ambiente urbano tem crescido. Essa questão tem recebido maior atenção nos últimos tempos devido aos efeitos negativos da diminuição das áreas verdes na qualidade de vida da população, como mudanças climáticas e aumento da poluição (Oliveira; Mascaró, 2007) [1].

Os espaços públicos de lazer são importantes constituintes do tecido urbano e fundamentais no que se trata das relações sociais e das interações entre os diferentes usuários do espaço urbano (Jacobs, 2011; Tenório, 2012) [2] [3]. Dessa forma, torna-se fundamental estudar a apropriação destes espaços e os aspectos que influenciam diretamente esse processo. A apropriação define-se como um processo psicossocial no qual um indivíduo se utiliza de um espaço e lhe atribui significado (Cavalcante; Elias, 2011) [4]. Vários elementos urbanos influenciam esse processo, sendo a vegetação um deles. Sua localização no espaço, sua capacidade de oferecer sombra no mobiliário urbano e sua influência na visibilidade podem atrair ou afastar as pessoas.

A Praça Santos Dumont (Figura 1), objeto empírico deste estudo, funciona como uma centralidade do bairro Trindade em Florianópolis. Este espaço reúne uma variedade de atividades cotidianas e é valorizado pelos moradores como um local de lazer, socialização e organização de feiras e eventos. Além disso, a praça atrai uma diversidade de fluxos comerciais do entorno, bem como estudantes, professores e funcionários da Universidade Federal de Santa Catarina. Essa relevância para a comunidade, assim como a sua inserção no tecido urbano, justifica a escolha deste local como objeto de estudo.

O propósito deste artigo é examinar como a Praça Santos Dumont, em Florianópolis (SC), é apropriada pelos frequentadores, com foco na influência da distribuição da vegetação no espaço. Para isso, utilizou-se de metodologia que inclui observações diretas no local, mapeamento da distribuição de árvores e questionários com os usuários, visando identificar suas preferências em relação aos aspectos projetuais paisagísticos do espaço.



Figura 1: Praça Santos Dumont. Fonte: os autores (2024).

2. A Apropriação e a presença de áreas verdes nos espaços públicos

A apropriação refere-se à um processo psicossocial no qual um indivíduo se conecta com um determinado local, tornando-o em algo pessoalmente significativo. Pode-se dizer que todas as atividades humanas refletem em um ato de apropriação, manifestando-se por meio de variados modos de percepção, orientação e ação: o indivíduo se projeta no espaço ao mesmo tempo em que o incorpora (Cavalcante; Elias, 2011) [4]. Além disso, a dimensão individual da apropriação pode ser dividida em três elementos: a sensação de pertencimento, a valorização ambiental e o investimento afetivo, explicitando o valor emocional contido no espaço (Kohlsdorf, 1996) [5].

Dentre os aspectos que envolvem a dimensão afetiva das pessoas com os espaços públicos, os aspectos relacionados à paisagem e a vegetação tem sido foco de estudo de diversos pesquisadores da área do urbanismo e da psicologia ambiental (Appleton, 1975; Nasar, 1992; Ulrich, 1986; Tuan, 2012; Kaplan e Kaplan, 2017) [6] [7] [8] [9] [10]. Estes trabalhos apontam que as pessoas preferem estar em ambientes urbanos com vegetação, e que o verde confere emoções positivas relacionadas à tranquilidade e ao descanso em meio ao agito característico do meio urbano.

Conforme Mascaró e Mascaró (2002) [11] a presença de arborização desempenha um papel fundamental no conforto dos usuários e na definição dos distintos subespaços existentes no interior de uma praça. Além de benefícios estéticos, a arborização abrange aspectos práticos, especialmente a respeito do sombreamento dos espaços, que ameniza as condições climáticas, em especial nos climas tropicais.

A vegetação nos espaços urbanos desempenha um papel significativo no avanço de vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), notavelmente destacando o princípio 11 de "Cidades e comunidades sustentáveis". Isso se manifesta na meta específica 11.7, que busca garantir, até 2030, o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, com foco especial em mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência [12].

Durante o verão, a vegetação desempenha o papel crucial de fornecer sombra e reduzir a exposição direta ao sol. Isso contribui para o conforto, auxiliando na mitigação do calor, resultando em um clima mais fresco. No inverno, a arborização pode ser adaptada para permitir a entrada de luz solar nos espaços, contribuindo para o aquecimento natural (Mascaró; Mascaró, 2002) [11]. As áreas sem vegetação recebem grande incidência solar e são muito relevantes em um clima como o de Florianópolis, cidade onde o objeto de estudo se localiza. Esta cidade é caracterizada por um clima subtropical classificado como mesotérmico úmido. A média anual de precipitação é de 1506mm, indicando um valor elevado, a temperatura média anual é de 20,8°C. Os níveis de precipitação são menores durante o mês de agosto e maiores no mês de janeiro. Em média, as temperaturas mais altas são registradas em fevereiro, alcançando uma média de 24.9°C, enquanto as mais baixas ocorrem em julho, com uma média de 16.4°C (Climate-Data, 2024) [13].

3. Metodologia

Para analisar a arborização da Praça Santos Dumont e sua relação com a apropriação do espaço, o estudo foi dividido em duas etapas distintas:

1. Levantamento in loco e fotográfico da vegetação presente na praça, com ênfase na distribuição das árvores. Esse levantamento foi mapeado para compreender como a vegetação foi planejada e disposta nas diferentes intervenções feitas na história da praça.
2. A coleta da perspectiva dos usuários sobre o espaço foi realizada por meio de questionários online, através da plataforma Google Forms. Essa fase incluiu a aplicação de perguntas relacionadas às preferências dos usuários em relação ao espaço e suas opiniões sobre possíveis modificações. O objetivo do questionário foi compreender como a distribuição e as especificações das árvores no espaço afetam a forma como as pessoas utilizam esse ambiente. Foram recebidas 35 respostas para 7 perguntas formuladas, sendo duas delas de avaliação gradativa (notas de 0 a 5), enquanto as outras foram de resposta aberta. Os questionários foram divulgados nas redes sociais da Universidade Federal de Santa Catarina e em grupos voltados para moradores do bairro Trindade e arredor. Todas as respostas foram tratadas de forma anônima.

Cada fase contribuiu para uma compreensão mais abrangente da relação entre a arborização da Praça Santos Dumont e sua apropriação pelos usuários. Além disso, foram realizadas, também, análises de outros aspectos – como mobiliário, revestimentos, etc. – também envolvidos nessa dinâmica.

4. Vegetação e configuração espacial: As distribuições das árvores na Praça Santos Dumont

A análise da distribuição da arborização da Praça Santos Dumont foi representada na Figura 2. Nesta figura, além da localização das árvores, foram identificados os acessos à praça, que ocorrem devido aos desníveis significativos em seu perímetro, tornando-a não acessível em todos os pontos. Os caminhos internos e a distribuição da vegetação também foram destacados. Os locais destinados a atividades e os canteiros foram realçados de forma distinta, pois os espaços com gramados e canteiros, onde as árvores são predominantemente encontradas, também estão sujeitos a barreiras físicas como muretas e meio-fio.

A Praça Santos Dumont apresenta uma boa quantidade de áreas sombreadas pela vegetação, que resulta de intervenções em diferentes momentos históricos, reunindo diferentes espécies de árvores nativas e exóticas, resultante de intervenções em diferentes momentos históricos, desde os momentos iniciais, quando a praça era o centro da Freguesia da Trindade (séc. XVIII) até os anos mais recentes, com o bairro bastante transformado e a praça sendo objeto de diversos projetos de remodelação paisagística.

Nos dias atuais, observa-se uma distribuição eficiente de arborização nos espaços laterais destinados a atividades, estrategicamente posicionados próximos aos assentos, principalmente nas áreas representadas pelas imagens 01, 04 e 05 (Figura 2), que recebem um sombreamento mais eficaz. No entanto, há lacunas na presença de árvores em áreas como os dois largos de atividades, onde estão instalados alguns equipamentos e ocorrem eventos diversos, tornando-os mais expostos à incidência solar devido à falta de arborização

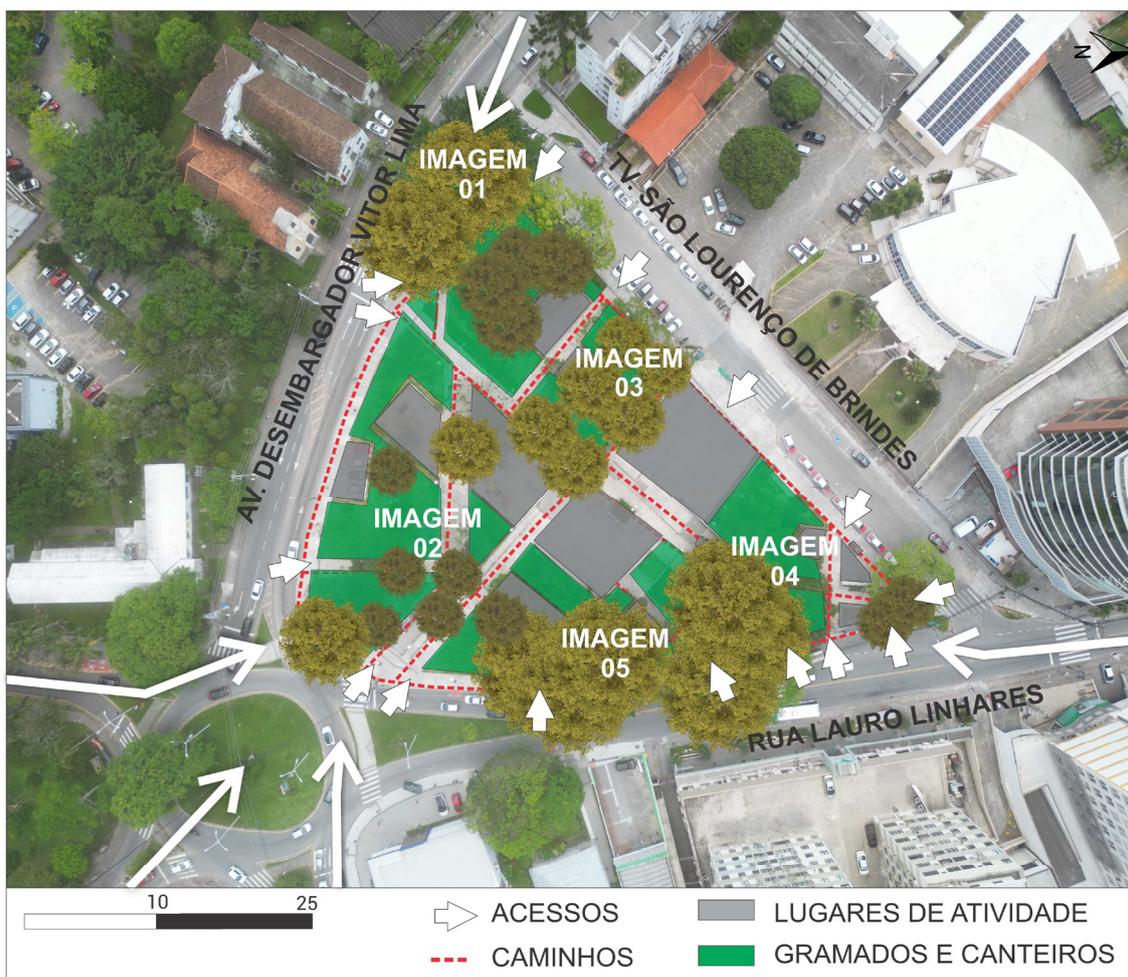


Figura 2: Distribuição de árvores na Praça Santos Dumont. Fonte: fotos dos autores (2024).

Essa ausência de árvores nesses espaços pode ser intencional, permitindo a existência de um amplo espaço central na praça para a realização de eventos ao ar livre, com exposição solar direta. Além disso, apesar da distribuição de árvores nas laterais próximas à calçada ocorrer em função dos espaços de assentos, muitas vezes essas árvores funcionam como barreiras visuais ao espaço, causando sensação de insegurança e hesitação ao adentrar na praça.

Com relação às espécies das árvores, apresenta-se a predominância de árvores caducifólias, que perdem parte de suas folhas no inverno para permitir a entrada de sol e ficam cheias no verão para favorecer o sombreamento. O espaço é caracterizado pela mescla da presença de árvores nativas e exóticas, de pequeno, médio e grande porte, sendo as principais: as Figueiras (*Ficus Carica*), distribuídas em diferentes pontos do espaço, Guarapuvu (*Schizolobium parahyba*), considerado o símbolo da cidade de Florianópolis, caracterizada como grande porte, podendo alcançar até 30 metros de altura, Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Amendoeira da Praia (*Terminalia catappa*), Nespereira (*Eriobotrya japônica*), Banyan chinês (*Ficus microcarpa*), entre outros.

5. Vegetação e Configuração Espacial: a opinião dos usuários sobre a arborização da Praça Santos Dumont

Os questionários aplicados revelaram que a arborização foi mencionada tanto de maneira positiva quanto negativa, com as pessoas expressando satisfação pela presença de árvores, mas também manifestando insatisfação devido à sua insuficiência em determinadas áreas, principalmente nas proximidades de alguns assentos.

Os questionários foram aplicados de maneira *online* pela plataforma Google Forms, enviados em grupos com pessoas do bairro Trindade, da Universidade Federal de Santa Catarina, entre outros, resultando em um total de 35 respostas obtidas. Foram elaboradas 07 perguntas abertas ou com avaliação gradativa (avaliação de 0 a 5). As respostas foram compiladas e expostas a seguir.

01. Você costuma frequentar a Praça Santos Dumont? Com qual frequência e em quais períodos do dia?

Das 35 respostas registradas, apenas duas indicaram que os participantes “não” frequentam a praça ou o fazem “raramente”. Nas demais respostas, a maioria indicou uma presença regular, com passagem ocorrendo em boa parte dos dias da semana, em horário comercial. Apenas nove participantes mencionaram que permanecem em períodos esporádicos. Notavelmente, muitos revelaram, desde a primeira pergunta, que utilizam a praça principalmente como um caminho para o trabalho, a universidade ou quando necessitam ir ao mercado. Dessa forma, percebe-se a praça como um grande local de passagem, com uma apropriação onde predominam pessoas se deslocando em direção a outros lugares.

02. Qual a sua satisfação com a presença de árvores na Praça Santos Dumont?

50% dos participantes deram uma pontuação de "2" na escala, indicando uma baixa satisfação com a distribuição de árvores no local. As razões para essa insatisfação foram obtidas por meio das respostas subsequentes.

03. Quais são os aspectos positivos que você observa na distribuição das árvores nessa praça?

Na análise desta pergunta, as respostas predominantes destacam a importância da sombra e da possibilidade de permanecer nos espaços durante dias quentes devido à presença das árvores. Por exemplo, uma resposta mencionou: "As poucas árvores que restaram fazem sombra e possibilitam ficar mais tempo em dias quentes". Além disso, os participantes apontaram a presença de mobiliário nas áreas sombreadas como um fator positivo. Também foi observado que a distribuição das árvores foi considerada adequada e não interfere na circulação

de pessoas nos espaços. Além disso, houve menção positiva em relação às espécies das árvores, como evidenciado por comentários como: "Fico feliz que há árvores grandes na praça".

04. Quais são os aspectos negativos que você observa na distribuição das árvores nessa praça?

O aspecto mais mencionado pelos usuários, presente em mais da metade das respostas, refere-se ao centro da praça, que foi totalmente revestido em concreto após uma revitalização realizada em 2021, deixando o espaço extenso e desprovido de árvores. Os usuários destacam a dificuldade particular de permanecer no local durante os dias quentes de verão devido à falta de sombra e ao piso de concreto, como expresso em comentários como: "Pouca sombra em um espaço com muito concreto. Em dias de calor não é viável a utilização da praça.", "o 'miolo' da praça é gigante e totalmente sem arborização, e de piso de concreto. isso precisa ser revisto pois é insuportavelmente quente". Além disso, alguns usuários também apontam outros espaços carentes de arborização, como o entorno da praça, próximo às calçadas onde as pessoas transitam, também concretado e sem árvores. Outros pontos negativos mencionados incluem a densa presença de árvores nos limites do espaço, criando uma barreira visual e desencorajando a entrada na praça, a falta de iluminação em algumas áreas densamente arborizadas, o que pode gerar uma sensação de insegurança, e a colocação de mobiliário de assento próximo a áreas sem árvores.

05. Você acha que a distribuição das árvores atende as necessidades do espaço durante todas as estações do ano?

As respostas predominantemente se concentraram em avaliações mais baixas, entre 1 e 3, destacando a insatisfação das pessoas com as espécies e a distribuição das árvores. Isso resultou em um espaço considerado desconfortável para permanecer durante todo o ano.

06. A presença de árvores faz você querer permanecer na praça?

Para essa pergunta, 100% das respostas foi "sim", apresentando o fato de que a presença de árvores é uma grande potencializadora da apropriação do espaço local.

07. Você tem alguma sugestão de melhoria para a arborização do espaço? Qual?

Mais uma vez, as respostas predominantes nesta pergunta estão relacionadas ao espaço central da praça, que é revestido de concreto e carente de arborização, conforme representado na Figura 3. Embora se compreendam os motivos projetuais para manter essa área "vazia", a fim de permitir a realização de eventos, isso gera um desconforto significativo para os usuários, limitando sua utilização em dias ensolarados. Um usuário expressou essa preocupação ao afirmar: "As áreas de estar sem árvores são boas para se sentar no inverno. No entanto, no verão, faltam mais áreas sombreadas. A área pavimentada abaixo das escadas e ao lado do playground (área mais central) fica ociosa, sem muita ocupação. A vegetação em geral precisaria ser cuidada com mais frequência." Outro comentário sugere uma revisão do projeto, destacando a necessidade de especialistas pensarem em alternativas para tornar o espaço mais utilizável, considerando tanto os eventos frequentes quanto as necessidades diárias da comunidade. Os usuários também solicitam mais flores para amenizar a predominância do concreto, bem como a instalação de mais mobiliário de descanso próximo às árvores e uma maior manutenção das mesmas.

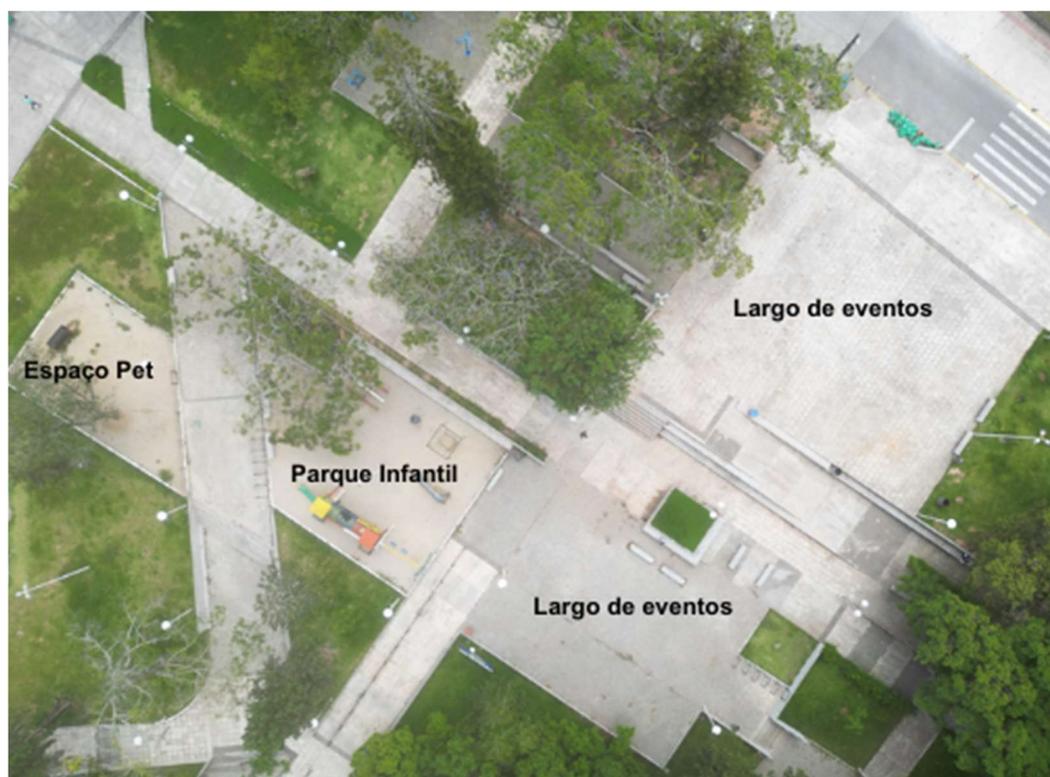


Figura 3: Arborização do espaço central da praça. Fonte: foto dos autores (2024).

5. Considerações finais

O artigo teve como objetivo analisar as opiniões dos frequentadores da Praça Santos Dumont sobre sua arborização e como isso influencia sua vontade de utilizar ou permanecer no espaço. Para isso, foi aplicado um questionário aos usuários, buscando identificar suas preferências. É importante ressaltar que o estudo tem uma limitação em relação ao tamanho da amostra, uma vez que apenas 35 pessoas foram entrevistadas, o que pode não representar todas as perspectivas dos usuários da praça.

Os resultados revelam que a arborização é um elemento crucial para atrair as pessoas aos espaços públicos, especialmente aos espaços de lazer como praças e parques. Na análise da Praça Santos Dumont, observa-se que os usuários frequentam o espaço regularmente em seu cotidiano, mas apontam alguns aspectos negativos relacionados à arborização, que às vezes os desmotivam a utilizá-lo.

Há uma clara necessidade de ajustes nos aspectos projetuais, como o excesso de concreto distribuído na paginação do espaço, que causa um possível aumento das temperaturas, aliado à ausência de árvores em alguns pontos, o que pode tornar o espaço desconfortável durante as estações mais quentes do ano. Os usuários relatam desconforto especialmente na área central, desprovida de árvores para fornecer sombra em eventos como as feiras de verduras que acontecem semanalmente, feiras de artesanato e outros eventos esporádicos do calendário da comunidade. Além disso, eles pedem mais mobiliário próximo às áreas arborizadas e mais árvores ao redor das áreas de maior circulação.

Apesar de ser um estudo de caso específico, essa pesquisa contribui para que os arquitetos e urbanistas possam considerar cuidadosamente os aspectos paisagísticos dos espaços públicos de lazer, promovendo a criação de ambientes humanizados e que atendam às necessidades e ao conforto dos usuários.

Referências

- [1] OLIVEIRA, Lucimara Albieri.; MASCARÓ, Juan José. Análise da Qualidade de Vida Urbana Sob a Ótica dos Espaços Públicos de Lazer. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 59-69, abr./jun. 2007.
- [2] JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. 3ª edição. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011. 510 p.
- [3] TENÓRIO, Gabriela de Souza. **Ao desocupado em cima da ponte**: Brasília, arquitetura e vida pública. 2012. 391 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- [4] CAVALCANTE, Sylvia; ELIAS, Terezinha Façanha. Apropriação. In: CAVALCANTE, Sylvia; ELALI, Gleice A. **Temas Básicos em Psicologia Ambiental**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2011. cap. 5, p. 63-69.
- [5] KOHLSDORF, Maria Elaine. **A apreensão da forma da cidade**. Brasília, DF: Editora da UnB, 1996. 253 p.
- [6] APPLETON, Jay. **The Experience of Landscape**. Londres: John Wiley & Sons LTD, 1975. 316 p.
- [7] NASAR, Jack L. **Environmental Aesthetics: Theory, Research, and Application**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. ISBN 9780521429160.
- [8] ULRICH, Roger S. Human Responses to Vegetation and Landscapes. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 13, p. 29-44, 1986.
- [9] TUAN, Yi-Fu. **Topofilia**: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. 1. ed. Londrina: Eduel, 2012. 342 p.
- [10] KAPLAN, Stephen; KAPLAN, Rachel. **Humanscape**: Environments for people. Michigan: Michigan Publishing, 2017. 496 p
- [11] MASCARÓ, Lucia; MASCARO, Juan. **Vegetação Urbana**. 4. ed. [S. l.]: Masquatro, 2002.
- [12] BRASIL, Nações Unidas. **Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>
- [13] CLIMATE-DATA. **Clima de Florianópolis (Brasil)**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/florianopolis-1235/>. Acesso em 25 fev. 2024

Acampamentos planejados para refugiados: uma análise sobre a perspectiva da psicologia ambiental

Planned Camps for refugees: an analysis from the perspective of environmental psychology

Andréia Grandi, Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, UFSC

andreia.grandi@yahoo.com

Luana Toralles Carbonari

luanaTcarbonari@gmail.com

Lisisane Ilha Librelotto, Doutora, UFSC

Lisisane.librelotto@gmail.com

Resumo

O artigo teve por escopo realizar uma análise por meio da Psicologia Ambiental aplicada aos Acampamentos Temporários Planejados (ATPs) para vítimas de desastres socioambientais. O objetivo foi identificar elementos e características arquitetônicas que contribuem para o conforto emocional dos refugiados nas situações de desastres. No estudo foram analisadas unidades de abrigos específicos nos casos de desastres catalogados na Plataforma Infrashelter. Como resultado, obteve-se cinco tipos de ATPs que foram organizados em um quadro, destacando os aspectos técnicos e qualitativos, a fim de analisar os pontos positivos e negativos pela perspectiva da Psicologia Ambiental. A escolha dos materiais, das cores, das texturas, da tipologia, causa um efeito que deve ser intencional para contribuir com a sensação de bem-estar.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Ambientes Restauradores; Desabrigados

Abstract

The scope of the article was to carry out an analysis using Environmental Psychology applied to Planned Temporary Camps (PTCs) for victims of socio-environmental disasters. The objective was to identify architectural elements and characteristics that contribute to the emotional comfort of refugees in disaster situations. In the study, specific shelter units were analyzed in disaster cases cataloged on the Infrashelter Platform. As a result, five types of PTCs were obtained, which were organized in a table, highlighting the constructive and qualitative aspects, in order to analyze the positive and negative points from the perspective of environmental psychology. The choice of materials, colors, textures, typology, causes an effect that must be intentional to contribute to the feeling of well-being.

Keywords: Sustainability; Restorative Environments; Homeless

1.Introdução

Nos últimos anos o mundo tem sofrido com o aumento gradativo de crises humanitárias. No final de 2022, 108,4 milhões de pessoas foram deslocadas à força em todo o mundo, como resultado de perseguição, conflito, violência, violação de direitos humanos ou eventos que perturbaram gravemente a ordem pública [01]. No Brasil, as mudanças climáticas causam esses deslocamentos, também em decorrência de secas, enchentes repentinas e inundações fluviais nas cidades que causam perdas de R\$13 bilhões (US\$2,6 bilhões, ou 0,1% do PIB de 2022) ao ano em média [02].

Santa Catarina, assim como a maioria dos outros estados brasileiros, apresenta uma enorme dificuldade de desenvolver ações durante o impacto, bem como a acolhida dos afetados. Considerando o elevado número de desabrigados nestes eventos ao longo dos anos, foram improvisados abrigos em escolas, igrejas, clubes, buscando assim, alojar as famílias em locais próximos às suas residências.

Percebe-se que o planejamento e o projeto são fundamentais nas situações emergenciais, pois a arquitetura desempenha um papel importante não apenas na reconstrução da infraestrutura perdida, mas também na necessidade de conforto e segurança para os afetados, amenizando os efeitos da situação de estresse. As recentes publicações da Normas da ABNT para Comunidades Sustentáveis, trazem a resiliência como um fator essencial para Cidades e Comunidades Sustentáveis [03,04 e 05].

Embora haja um consenso de que o abrigo desempenha um papel fundamental no restabelecimento psicológico das vítimas, tanto durante a emergência inicial quanto nas fases subsequentes, a literatura traz poucos estudos sobre como os abrigos temporários de caráter emergencial devem ser idealmente projetados e quais características as instalações provisórias devem ter para proporcionar conforto emocional às vítimas.

Contudo, alguns autores definiram diretrizes para políticas de abrigo temporário, como Kobayashi e Miura – apud Ventimiglia [06] e Bedoya [07] que ressaltam a importância de espaços público, semi-públicos e privados, assim como a maneira como afetam positiva ou negativamente a saúde psicológica dos sobreviventes (terremoto de 1997, em Marche, na Itália Central) e os aspectos da temporalidade e da transitoriedade para estabelecer condições de projeto.

Observa-se que as preferências gerais dos abrigos temporários de caráter emergencial tem sido investigadas, porém pouco se sabe sobre o papel das características destas em promover conforto emocional aos desastres socioambientais.

A principal hipótese é de que os abrigos temporários de caráter emergencial que fornecem elementos mínimos semelhantes aos das casas que os sobreviventes viviam, contribuem para o conforto emocional das vítimas, mitigando os sintomas de estresse psicofísico.

A partir do exposto, esta pesquisa busca respostas para uma questão principal: Quais características físicas, espaciais e ambientais dos abrigos temporários emergenciais que podem contribuir para o conforto emocional das vítimas?

Com isso, o objetivo geral deste artigo é identificar os elementos que tornam um ambiente restaurador e quais características arquitetônicas dos Acampamentos Temporários Planejados (ATPs) contribuem para o conforto emocional dos refugiados nas situações de desastres socioambientais.

Para tanto, revisou-se a literatura para o compor o referencial teórico, bem como, realizaram-se buscas exploratórias para definição dos conceitos mais utilizados na pesquisa. Ainda, foram efetuados estudos de caso, analisando as diferentes soluções adotadas nos Acampamentos Temporários Planejados (ATPs) em diversas partes do mundo, compreendendo os aspectos técnicos (configuração do espaço, materiais utilizados, sistema construtivo) e qualitativos (valor emocional e simbólico) desses abrigos.

2. Procedimentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa exploratória na qual foram realizados estudos a partir de levantamento bibliográfico e análise de exemplos (estudos de caso) para adquirir informações para esclarecimentos teóricos. Ela também pode ser considerada como uma pesquisa descritiva, pois tem como objetivo estabelecer relações entre as variáveis e os conceitos a serem estudados, abordando características técnicas e humanas.

Com base nesta metodologia, para atingir os objetivos propostos, foram estabelecidos procedimentos metodológicos divididos em etapas:

a) definição dos principais conceitos sobre o tema da pesquisa através de buscas exploratórias: abrigos temporários de caráter emergencial, acampamentos planejados, psicologia ambiental, ambientes restauradores e psicologia ambiental aplicada em ATPs;

c) estudo das tipologias dos ATPs mais utilizadas no mundo e suas características, para que seja possível compreender os aspectos técnicos (configuração do espaço, materiais utilizados, sistema construtivo) e qualitativos (valor emocional e simbólico) desses abrigos, e

d) estabelecimento de discussões, considerações finais e resultados alcançados.

3. Referencial Teórico

Nesta etapa realizou-se buscas exploratórias para aprofundar o conhecimento de conceitos estudados durante a pesquisa que são: habitação temporária/ abrigos emergenciais, acampamento planejado, psicologia ambiental e ambientes restauradores. Estes conceitos servem de base para a compreensão deste artigo.

3.1 Abrigos Temporários e Acampamentos Planejados

De acordo com a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina (s.d.), o **Abrigo Temporário** é uma instalação adaptada e organizada para esta finalidade, por um período determinado e/ou específico, para atender as pessoas e famílias que ficaram desabrigadas, que tiveram suas casas danificadas pelo evento adverso e dependem de apoio do poder público porque não tem para onde ir. Conceitua ainda, que deve ser uma estrutura adequada, habitável, segura, privada e protegida, afastada de áreas de risco, e adaptada à cultura local, ao clima e as características da região, com acesso aos serviços básicos e que mantenha a dignidade das pessoas e famílias.

Em geral, a Defesa Civil brasileira utiliza as estruturas fixas que internamente são preparadas para receber as pessoas afetadas pelos desastres, de modo que o conceito apresentado acima é mais adequado para essa realidade.

Aludem também que podem ser um clube, igrejas, hotéis, ginásios, associações de moradores. Deve-se evitar a utilização de escolas, uma vez que o retorno à normalidade é fundamental [08]. Este conceito corresponde à definição de abrigos fixos dada pela SEDEC [09] que distingue estes abrigos temporários daqueles realizados em instalações móveis, que podem vir a constituir os ATPs.

Já os ATPs, são acampamentos constituídos por uma série de estruturas que tem como função armazenar bens, prover alimentação, proteção, descanso e permitir atividades de

higienização, entretenimento, etc. São estruturas temporárias porque podem atender desde o contexto emergencial (horas ou dias depois da ocorrência) até o transitório (semanas e meses) enquanto as medidas de mitigação estão sendo tomadas. É importante salientar que dentro dos acampamentos, existem as estruturas individuais, que servem como alojamento (mais simples, menores) ou ainda, podem ser definidas como habitações (maiores, com mais funções além do dormir), conforme a estrutura e grau de atendimento das necessidades dos abrigados. Depois, outras soluções são permanentes, e envolvem o fornecimento de habitações definitivas. [10]

Assim, nesta pesquisa está se utilizando o termo combinado habitação temporária e abrigos emergenciais para fazer alusão às unidades que são construídas para cumprir as funções de dormir, e por vezes, cozinhar, estar, trabalhar, entre outras.

3.2 Psicologia Ambiental e Ambientes Restauradores

A psicologia ambiental surgiu com o nome de "Psicologia da Arquitetura" (*Architetural Psychology*), nos fins dos anos 50 e começo dos anos 60. A partir daí, como um ramo distinto da psicologia, ou mesmo antes disso, trabalhos oriundos de diferentes áreas apresentaram grandes contribuições ao propósito de dar respostas aos problemas ambientais e ampliar o entendimento dessas questões de uma maneira sistêmica. Isso inclui não apenas a ação humana como foco, mas também os contextos que podem afetar o comportamento humano, como o físico, o social e o econômico, vistos como interdependentes. [11]

O termo ambientes restauradores foi recomendado a partir das teorias propostas por Rachel e Stephen Kaplan e Roger Ulrich [12,13 e 14] e pode ser aplicado em condições onde as pessoas apresentam níveis de estresse, frente às demandas cotidianas ou quando vítimas de desastres socioambientais. Assim, em 1980 as teorias sobre os ambientes restauradores (*restorative environments*) ganharam maior visibilidade, quando alguns pesquisadores [12 e 13] conduziram estudos de atributos ambientais.

A Teoria da recuperação psicofisiológica ao estresse proposta por Roger Ulrich [13] basicamente enfatizou a percepção visual e estética de certos ambientes à resposta afetiva, a partir do estudo em um hospital (entre 1972 e 1981) onde pacientes submetidos à cirurgia reagiam positivamente visão da natureza através da janela reduzindo o tempo de internação pós-operatório.

A princípio, S. Kaplan [12] sugeriu como fatores promotores de restauração, os processos: *fascination, beingaway, extent, and compatibility*, aqui traduzidos por fascinação, afastamento, extensão e compatibilidade [16].

Portanto, os estudos sobre os ambientes restauradores sugerem que a presença dos elementos naturais nos ambientes reduz o estresse e propiciam a capacidade de recuperação. Além disso, os ambientes que consideram a cultura local, e respeitam as características dos usuários, são ambientes coerentes que proporcionam sensação de pertencimento, gerando vínculo e conforto emocional.

3.4 Análise da Psicologia Ambiental aplicada nos ATPs

Segundo Campos-de-Carvalho, Cavalcante e Nóbrega [17], a psicologia ambiental diz que o ambiente é edificado por componentes físicos, não físicos e sociais. Os componentes físicos são a arquitetura, a decoração, os equipamentos, o mobiliário, os objetos, entre outros; os componentes não físicos são os aspectos psicológicos ou pessoais dos usuários daqueles ambientes, carregados de suas experiências, motivações, padrões comportamentais, crenças, etc.; e os componentes sociais são os papéis, as atividades e os valores dos participantes do contexto do ambiente, bem como da cultura, da economia e da política do local. As autoras

ainda acrescentam que esse ambiente se transforma em lugar, à medida que ganha valor pela vivência e pelos sentimentos ali experimentados.

Vários estudos têm sido realizados para avaliar a influência de determinados materiais no homem através do toque [18]. Materiais frios causam aumento da pressão sistólica e cardíaca enquanto a percepção de materiais quentes acalmam, com benefícios psicológicos e fisiológicos.

Por ser visualmente agradável e apresentar uma beleza única, a madeira tem efeito regulador de estresse, aumenta a sensação de bem-estar trazendo inclusive benefícios para a saúde de seus ocupantes, aproxima da natureza em função da percepção visual que transmite um ritmo de movimento e vida, harmonia e fluidez [19].

Os componentes não-físico atuam na construção da identidade. Existem dimensões e características do entorno físico, que são incorporadas pelo sujeito por meio da interação com o ambiente. Nesse sentido, a identidade de lugar é um componente específico do próprio “eu” do sujeito, forjado em um complexo de ideias conscientes e inconscientes no momento da apropriação do espaço que traz sentimentos, valores, objetivos, preferências, habilidades e tendências [20].

No que se refere às componentes sociais, a privacidade é uma forma de controle e regulação das interações a fim de adequá-las às necessidades pessoais [21]. Se, por um lado, as oportunidades de privacidade são importantes, a interação social também é. Quando o ambiente físico proporciona integração de grupos, principalmente com a mesma faixa etária, este contato se desdobra em jogos, brincadeiras, conversas e entretenimento, que são estratégias autorregulatórias do emocional e social [22], promovendo afetos positivos e restringindo pensamentos estressantes, no que Staats & Hartig [23] definem como lazer restaurados, por exemplo.

4. Estudos de Caso

Nesta etapa realizou-se um estudo sobre as diferentes soluções adotadas nos ATPs em diversas partes do mundo.

Adotou-se 5 unidades de abrigo em ATPs, localizadas nos casos de desastres catalogados na Plataforma Infrashelter [23], que fazem parte dos principais eventos ocorridos nos últimos onze anos, após 2010, sejam desastres ou conflitos, no Brasil e no mundo, a saber:

1. Acampamento *Ajunong Thok - Pariang* no Sudão do Sul;
2. Acampamento *Azraq* - Jordânia
3. Acampamento *Kutupalong-Balukhali* - Bangladesh
4. Acampamento *Corail - Cesselesse* no Haiti;
5. Acampamento *Zaatari* - Jordânia.

Buscou-se analisar as soluções construtivas, os materiais usados, aspectos qualitativos do acampamento e a identidade dos espaços de alojamento no qual o abrigo está inserido.

AJUNONG THOK	Alojamento individuais	Acampamento
	Adaptação a cultura local. Uso de materiais naturais como a palha e a terra	Equipamentos de lazer e mobiliários acessíveis em escolas e um campo de futebol.
ACAMPAMENTO AZRAQ	Abrigos individuais	Acampamento

	<p>Os abrigos individuais são <i>T-shelters</i>, que são estruturas de aço, com fechamentos, telhado e esquadrias metálicas, que protegem contra intempéries, fortes ventos e mudanças extremas em clima.</p>	<p>Em relação às áreas comunitárias, é possível perceber que cada vila conta com espaços comuns, como Centros comunitários, Espaço para Adultos (Adult Friendly Space), Espaços para mulheres e meninas (Women and Girl Centers) e centros de atividades para pessoas com deficiências.</p>
<p>KUTUPALONG-BALUKHALI</p>	<p>Abrigos individuais</p>	<p>Acampamento</p>
	<p>Há no acampamento abrigos construídos pelos próprios moradores Uso do bambu, em algumas das expansões..</p>	<p>Adaptação a cultura local, sendo que para os abrigos individuais foram feitos usando materiais locais disponíveis e aproveitando as habilidades rurais que os refugiados apresentavam.</p>
<p>CORAIL-CESSELESSE</p>	<p>Abrigos individuais</p>	<p>Acampamento</p>
	<p>Inicialmente, em termos de abrigos individuais foram usadas tendas. No fim de 2010 e início de 2011, essas tendas foram sendo substituídas por abrigos T-shelter. Estes, contavam com armações de madeira e cobertura corrugada metálica.</p>	<p>O acampamento possui hortas, áreas comerciais, pequenos negócios, restaurantes e uma galeria de arte. Também possui um centro religioso denominado Sala Scalabrini de Notre Dame, Comunidade paroquial de La Victoire.</p>
<p>ACAMPAMENTO ZAATARI</p>	<p>Abrigos individuais</p>	<p>Acampamento</p>
	<p>Barracas familiares da UNHCR, containers standard 20-foot e construções em alvenaria.</p>	<p>Dentre os espaços de recreação podem-se encontrar parques infantis e campos de futebol.</p>

Quadro 01 Acampamentos Temporários Planejados no mundo - Fonte – [24]

5. Análises dos Resultados e Discussões

Como ambiente restaurador observou-se os acampamentos de *Kutapalong-BaluKhalia* e *Ajunong Thok*, a escolha de materiais locais conhecidos, como a madeira e o bambu, a cor e a textura desses materiais expressam no ambiente uma atmosfera acolhedora que pode auxiliar no conforto emocional das vítimas. Podemos observar nas Figuras 01 e 02 o uso de materiais locais na construção dos acampamentos.



Figura 1 – Centro de Memória Cultural em Kutapalong
Fonte: [24]



Figura 02 - Igreja em Ajumong Thok
Fonte: [24]

Ainda, em Kutapalong, os abrigos improvisados dos primeiros refugiados foram construídos por eles mesmos, com a tipologia de casas geminadas baixas, feitas com bambu e gravetos. Existiu uma preocupação com a adaptação da cultura local, sendo que os acampamentos foram feitos usando materiais locais disponíveis e aproveitando as habilidades rurais que os refugiados apresentavam, trazendo assim a construção da identidade para o local, proporcionando o bem-estar e conforto emocional para os desabrigados.

Já, os contêineres metálicos utilizados no Acampamento de Zaatari na Jôrdania, apresentam materiais e tipologias não restauradores pela perspectiva da psicologia ambiental. Segundo um estudo realizado por Ventimiglia [06], com vítimas de terremoto na Itália Central, sobre as preferências habitacionais dos desabrigados, as habitações mais semelhantes a “casa” foram consideradas melhor do que os contêineres, particularmente devido às suas grandes janelas e ao telhado inclinado (em vez de plano). Ainda, a madeira utilizada nas casas do estudo, diferentemente do metal, é um material percebido como “quente” e que está simbolicamente associado a características femininas como ternura e emotividade [25].

Observou-se em todos os acampamentos estudados a presença de áreas de convívio, espaços de lazer, centros comunitários, hortas comunitárias, centros de cultura, igrejas, entre outros equipamentos que promovem o contato social diminuindo os sentimentos de solidão e evitando a depressão e ansiedade, além de manter os níveis de estresse sob controle e melhorar a saúde mental.

6. Considerações Finais

Verificou-se que a psicologia ambiental pode contribuir para amenizar o sofrimento dos desabrigados, pois o conforto emocional pode ser proporcionado por projetos que considerem os aspectos psicológicos dos ambientes criados. A escolha dos materiais, das cores, das texturas, da tipologia, causa um efeito que deve ser intencional para contribuir com a sensação de bem-estar. O planejamento de áreas de convívio, bem como, de áreas privativas devem ser pensados para oferecer controle aos usuários, e assim se sentirem mais seguros e confortáveis com o ambiente.

Como resultado, obteve-se a identificação dos elementos da psicologia ambiental em cinco ATPs catalogados. Os abrigos foram organizados em um quadro, destacando os aspectos construtivos e qualitativos. Mesmo se tratando de um local temporário, os acampamentos são utilizados por pessoas fragilizadas por algum tipo de desastre, o que não esgota o assunto, mas soma-se a necessidade multidisciplinar de estudos e adequações para mitigar o sofrimento das pessoas afetadas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Agradecemos a CAPES pelo financiamento da Pesquisa 8881.705009/2022-01, PEPED, AUXPE1011/2023, edital 28/2022.

Referências

- [01] ACNUR, BRASIL. **Brasil reconheceu mais de 65 mil pessoas como refugiadas até 2022**. Disponível em: <https://www.acnur.org/portugues/2023/06/20/brasil-> Acesso em: 20 set. 2023.
- [02] THE WORLD BANK. **Santa Catarina: a Gestão de Riscos de Desastres no contexto do Planejamento Estratégico para o aumento da Resiliência a Perigos Naturais**. [s.l: s.n.].
- [03] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 37120: Desenvolvimento sustentável de comunidades – indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- [04] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 37122: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- [05] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 37122: Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- [06] VENTIMIGLIA, Fabrizio. **Container vs. dacha: The psychological effects of temporary housing characteristics on earthquake survivors**. Journal of Environmental Psychology, Março 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272494409000619>. Acesso em 20 set. 2023
- [07] BEDOYA, Fernando Gordillo. **Habitat de Transição e Habitat de Emergência**. ColégioUniversitário de Cundinamarca. Bogotá, 2004.
- [08] SANTA CATARINA. Governo do Estado – **Gestão de Desastres**. Florianópolis/SC: [s.d.].
- [09] SEDEC - RJ. Administração de Abrigos Temporários. 1. ed. Rio de Janeiro: SEDEC - RJ, 2006. E-book.
- [10] CARBONARI, Luana Toralles. **Modelo multicritério de decisão para o projeto de acampamentos temporários planejados voltados a cenários de desastre**. 2021. 409 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021
- [11] MELO, Rosane Gabriele C. de. **Psicologia ambiental: uma nova abordagem da psicologia**. Psicol. USP [online]. 1991, vol.2, n.1-2, pp. 85-103
- [12] KAPLAN, R., & KAPLAN, S. (1989). **The experience of nature: a psychological perspective**. Nova Iorque: Cambridge University.

[13] KAPLAN, S. (1995). **The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework.** *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182.

[14] ULRICH, R. S. (1983). **Aesthetic and affective response to natural environment.** In I. Altman & J. F. Wohlwill (Eds.), *Behavior And The Natural Environment* (Vol. 06, pp. 85 - 120). New York: Plenum.

[15] ULRICH, R. S. (1984). **View through a window may influence recovery from surgery.** *Science*, 224(4647), 420-421.

[16] HERZOG, T. R., Black, A. M., Fountaine, K. A., & Knotts, D. J. (1997). **Reflection an attentional recovery as distinctive benefit of restorative environments.** *Journal of Environmental Psychology*, 17(2), 165-170.

[17] CAMPOS-DE-CARVALHO, Mara Ignez; CALVALCANTE, Sílvia; NÓBREGA, Lana Mara. **Ambiente.** In: CALVALCANTE, Sílvia; ELALI, Gleice A. (orgs) **Temas básicos em psicologia ambiental.** Petrópolis: Vozes, 2011.

[18] NYRUD, A.Q. and BRINGSLIMARK, T. (2010). **Is Interior Wood Use Psychologically Beneficial? A Review of Psychological Responses toward Wood.** *Wood and Fiber Science*, 42, 202-218.

[19] BRODKA, Claire. **"Formas inesperadas: o apelo estético da madeira em 30 projetos de interiores"**. Out 2023.

[20] GONÇALVES, Teresinha Maria. **Cidade e poética: um estudo de psicologia ambiental sobre o ambiente urbano.** Ijuí: Unijuí, 2007.

[21] VALERA, S.; VIDAL, T. **Privacidad y territorialidad.** In: ARAGONÉS, J. I.; AMÉRIGO, M. (Orgs.). *Psicología ambiental.* Madrid: Pirámide, 2000. p. 123–147.

[22] PIAGET, J.; INHELDER, B. **A psicologia da criança.** Rio de Janeiro: Contra-. Capa, 1997. p.161-188

[23] STAATD, H., & HARTIG, T. (2004). **Alone or with a friend: A social context for psychological restoration and environmental preferences.** *Journal of Environmental Psychology*, 24, 199-211.

[24] VIRTUHAB. **Plataforma Infrashelter.** Disponível em: <Plataforma Infrashelter (ufsc.br)>. Acesso: Dezembro de 2023.

[25] SADALLA, E. K., & Sheets, V. L. (1993). **Symbolism in building materials: Self-presentational and cognitive components.** *Environment and Behavior*, 25(2), 155–180. <https://doi.org/10.1177/0013916593252001>

Simulação de desempenho termo energético da geometria complexa da arquitetura: construção de referenciais didáticos para o ensino de projeto
Simulation of thermo-energy performance of complex architectural geometry: construction of didactic references for teaching design

Brunna Pereira de Oliveira, Graduada em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

brunnappo26@gmail.com

Janice de Freitas Pires, Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

janicefpires@gmail.com

Resumo

O presente trabalho investiga a geometria complexa da arquitetura e suas propriedades de desempenho sob os aspectos bioclimáticos, a partir do emprego de técnicas de modelagem paramétrica e simulação térmica sobre dois tipos de superfícies. Tais superfícies são empregadas em casos referências de arquitetura, principalmente por suas propriedades de desempenho estrutural. A premissa é de que ao se explicitar uma estrutura de saber integrada entre tais abordagens, contribui-se ao ensino de arquitetura, por meio de atividades que buscam ir além da representação em si e avançam para uma compreensão mais ampla do papel da geometria no projeto de arquitetura.

Palavras-chave: Geometria complexa; Simulação termo energética; Modelagem paramétrica; Ensino de Arquitetura.

Abstract

The present work investigates the complex geometry of the architecture and its performance properties from bioclimatic aspects, using parametric modeling and thermal simulation techniques on two types of surfaces. Such surfaces are used in architectural reference cases, mainly for their structural performance properties. The premise is that by explaining a structure of knowledge integrated between such approaches, it contributes to the teaching of architecture, through activities that seek to go beyond the representation itself and advance towards a broader understanding of the role of geometry in the project of architecture.

Keywords: Complex geometry; Thermo-energetic simulation; Parametric modeling; Teaching architecture.

1. Introdução

O presente trabalho está inserido no Projeto de Pesquisa AMPARA – Análise e Modelagem PARAMétrica da Geometria Complexas da Arquitetura, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, que possui como objetivo principal o estudo da geometria complexa da arquitetura e a construção de referenciais didáticos para o seu emprego.

Previamente a criação do projeto, reconheceu-se a ocorrência na arquitetura de geometrias complexas definidas por superfícies curvas e que estão relacionadas com estruturas da natureza devido as suas propriedades de otimização estrutural [1]. No início de desenvolvimento do Projeto de Pesquisa AMPARA, no ano de 2020, buscou-se identificar relações com outros temas abordados na formação em arquitetura, especialmente no ateliê de projeto, investigando os tipos de impactos que estas geometrias complexas teriam sobre o ambiente construído, avançando-se, em 2021 e 2022, para abordagens bioclimáticas, tal como destacado em [2].

Sob esse contexto, o projeto paramétrico, uma abordagem tecnológica que tem subsidiado a representação da arquitetura contemporânea ao gerar modelos associativos, permite a concepção de uma variedade de soluções projetuais, particularmente com geometrias complexas e que contemplam desempenhos térmico, estrutural e de conforto ambiental, permitindo executar análises dinâmicas e simulações termo energéticas em tempo real [3] [4] [5]. Tais simulações viabilizam aferições em diversos aspectos do projeto com cálculos complexos resolvidos em tempo real [6]. Assim, a modelagem paramétrica vinculada à simulação térmica configura-se como recurso potencial a concepção projetual [7].

Desse modo, a partir do propósito de abarcar uma estrutura integral do saber, conforme postula a Teoria Antropológica da Didática [8], busca-se reconhecer métodos de simulação para a avaliação de desempenho bioclimático de geometrias empregadas em arquitetura. Nesse contexto, por meio de um exercício comparativo com a avaliação dos resultados de simulações do tempo de incidência solar direta e da quantidade de radiação solar incidente sobre dois tipos de geometrias, tem-se como objetivo refletir acerca da influência da forma geométrica das superfícies em arquitetura nas questões de conforto térmico para, assim, avançar para a etapa de estruturação de atividades didáticas.

2. Metodologia

A revisão bibliográfica específica deste estudo tratou dos temas modelagem paramétrica e simulação térmica, sob os aspectos técnicos, teóricos e tecnológicos, sistematizado em [9]. Em tal estudo, reconheceu-se que o plugin de simulação termo energética Ladybug se integrava junto ao plugin de programação visual Grasshopper, oferecendo uma gama de tipos de avaliações com resultados obtidos em tempo real.

No mesmo trabalho, a fim de avançar em estudos de simulação térmica, fez-se um experimento com dois tipos de superfícies, um cilindro que se caracteriza por uma geometria elementar, e um catenoide, uma geometria complexa caracterizada como superfície mínima inspirada pela natureza, mas que possui processo de geração simples, por rotação da curva catenária em torno de um eixo externo a curva [10]. Esta superfície foi anteriormente estudada em [11] sob o conceito de superfície mínima aplicada na arquitetura e, no contexto do projeto de Pesquisa AMPARA, por [12] em seus aspectos teóricos a partir de um referencial arquitetônico: o projeto Hypérions, do arquiteto Vincent Callebaut.

A análise do tempo de incidência solar demonstrou diferenças relevantes entre as superfícies, pela qual a superfície mínima do catenoide teve um desempenho mais otimizado. Em [13], avançou-se para avaliação sobre os níveis de radiação solar na envoltória das duas superfícies avaliadas no estudo anterior. Os resultados foram semelhantes, indicando que a superfície mínima do catenoide não tem um desempenho ótimo apenas em relação aos aspectos estruturais, mas também em relação aos aspectos bioclimáticos, com maior quantidade de energia incidente no solstício de inverno.

O presente trabalho busca estender o mesmo tipo de estudo para outras superfícies da arquitetura empregadas em projetos referenciais devido ao seu desempenho estrutural, como é o caso de composições de porções de paraboloides hiperbólicos recorrentes na arquitetura moderna do século XX, mais especificamente nas obras de Félix Candela.

O estudo de caso é a superfície que forma a cobertura do Restaurante Los Manantiales, estudado na primeira fase do projeto de pesquisa, por ser inspirada nas potencialidades da Biomimética e pela sua geometria curva complexa que se relaciona com os conceitos abordados nos estágios iniciais do curso de arquitetura. A fim de confrontar os resultados entre superfícies curvas elementares e superfícies complexas, foi também feito o mesmo experimento com uma geometria elementar, uma composição de porções de superfícies cilíndricas que formam uma cobertura semelhante a do restaurante de Felix Candela.

Os experimentos centraram-se em simular o tempo de incidência solar direta e a quantidade de radiação solar sobre tais superfícies, a partir da metodologia descrita em [14], [15], [16]. Para isso, foram definidas cinco etapas para a realização de tais simulações:

- 1) Seleção do objeto de estudo e sua modelagem;
- 2) Obtenção dos dados meteorológicos do local do objeto de estudo, neste caso do projeto de arquitetura Restaurante Los Manantiales (Cidade do México) a partir do EnergyPlus: <https://energyplus.net/weather>;
- 3) Definição dos dias que serão realizadas as simulações: foram adotados os dias referentes ao solstício de verão (21/06) e de inverno (21/12), sobretudo por possuírem altura, posicionamento solares e condições climáticas distintas;
- 4) Programação e geração da trajetória solar a partir do componente SunPath no software de modelagem tridimensional Rhinoceros com o plugg-in de modelagem paramétrica Grasshopper e o plugg-in de simulação termo energética Ladybug, seguida da programação e simulação do tempo de incidência solar direta dos dias selecionados por meio do componente DirectSunHours e da quantidade de radiação solar incidente através do componente Incident Radiation;
- 5) Análise e discussão dos resultados obtidos nas simulações.

Após, com propósito didático, sistematizaram-se estruturas de saber que evoluem tais simulações, por meio da descrição do algoritmo da programação paramétrica de cada um dos experimentos.

3. Aplicações

Em um primeiro momento, fez-se a modelagem paramétrica substituindo a superfície original de dupla curvatura do Restaurante Los Manantiales (formada por porções de paraboloides hiperbólicos e anteriormente modelada no projeto), pela superfície formada por uma composição de seções cilíndricas (Figura 01).

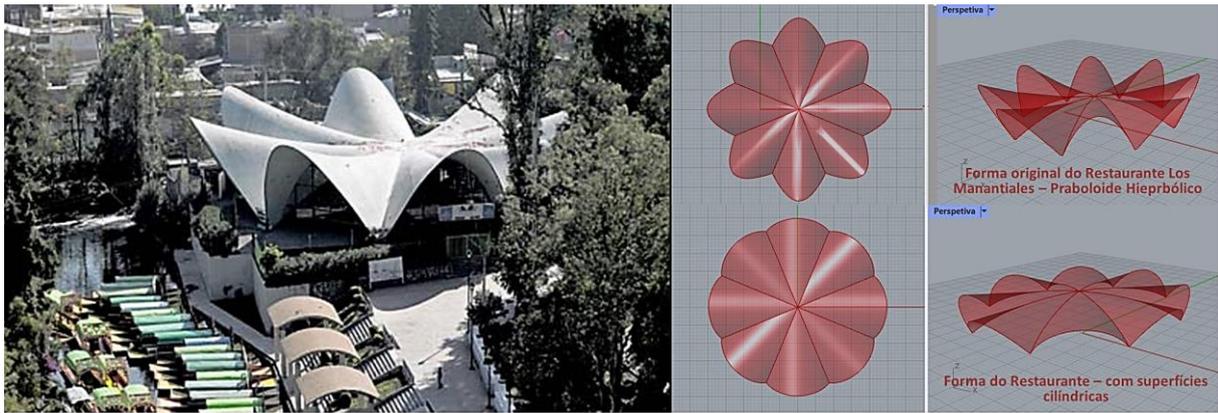


Figura 1: Vista do restaurante e resultado da modelagem paramétrica da superfície formada por geometria complexa e pela superfície formada por porções de cilindros. Fonte: [Restaurante Los Manantiales - Dados, Fotos e Planos - WikiArquitetura](#) e elaboração pelos autores.

3.1 Experimento 1: simulação do tempo de incidência solar

Nesta etapa, simulou-se o tempo de incidência solar sobre o modelo da superfície de dupla curvatura do Restaurante e o modelo da composição da cobertura feito com a superfície cilíndrica, para os dias de solstício de verão (21/06) e de inverno (21/12). Primeiramente, realizou-se a inserção dos dados meteorológicos, bem como o período de análise supracitado na programação, para geração das trajetórias solares. Após isso, avançou-se para a programação e simulação do tempo de incidência solar sobre a modelagem das superfícies, com o uso de uma escala gráfica pré-definida, bem como a geração de um valor médio entre os resultados obtidos, conforme pode ser observado nas Figuras 2 a 5.

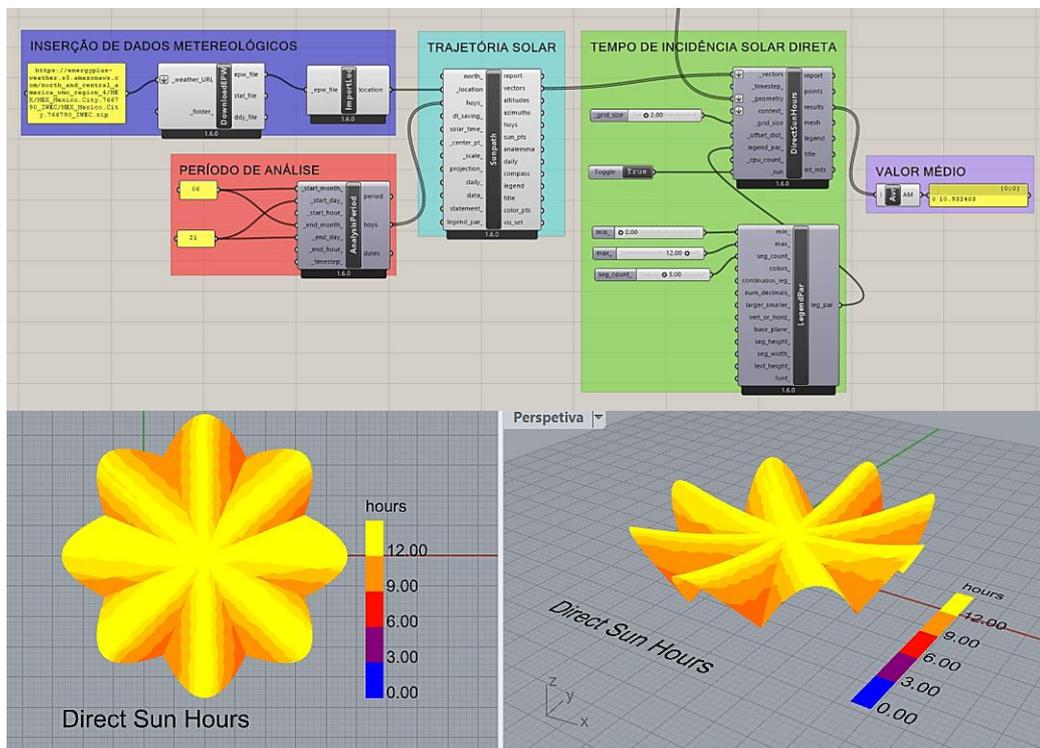


Figura 2: Programação e resultado da simulação do tempo de incidência solar direta na superfície de dupla curvatura do Restaurante Los Manantiales no dia 21/06 (solstício de verão). Fonte: elaborado pelos autores.

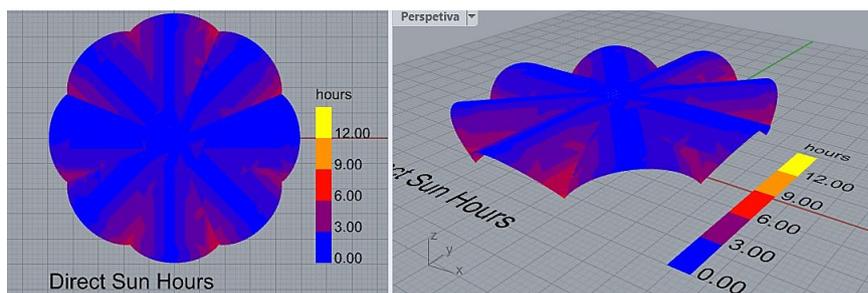


Figura 3: Resultado da simulação do tempo de incidência solar direta na superfície conformada por porções de cilindros no dia 21/06 (solstício de verão). Fonte: elaboração pelos autores.

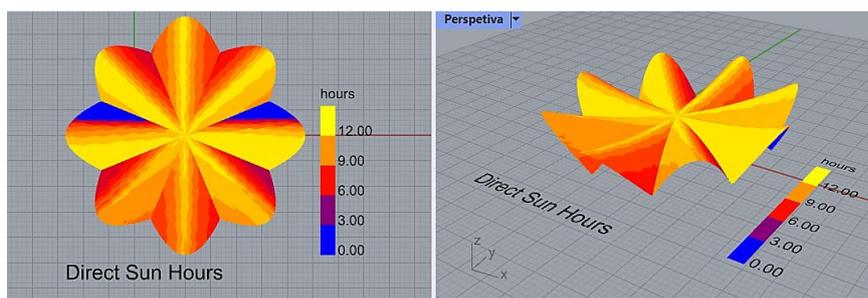


Figura 4: Resultado da simulação do tempo de incidência solar direta na superfície de dupla curvatura do Restaurante Los Manantiales no dia 21/12 (solstício de inverno). Fonte: elaboração pelos autores.

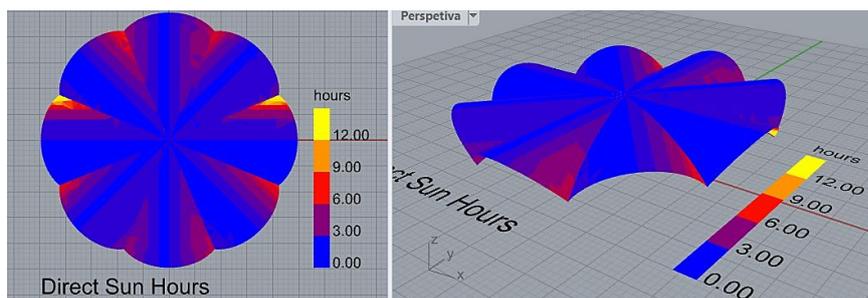


Figura 5: Resultado da simulação do tempo de incidência solar direta na superfície elementar conformada por cilindros no dia 21/12 (solstício de inverno). Fonte: elaboração pelos autores.

3.2 Experimento 2: simulação da quantidade de radiação solar

Após o primeiro experimento, avançou-se para a programação e simulação da quantidade de radiação incidente sobre a superfície do Restaurante conformada a partir de um cilindro e da superfície de dupla curvatura com a inserção dos dados meteorológicos, bem como o período de análise supracitado na programação, conforme as Figuras 6 a 9.

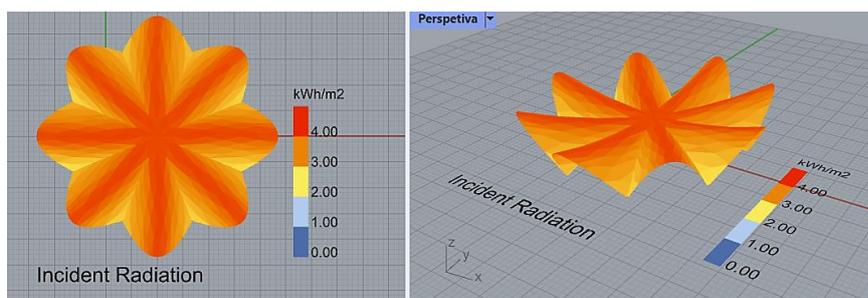


Figura 6: Resultado da simulação da quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície de dupla curvatura do Restaurante Los Manantiales no dia no dia 21/06 (solstício de verão) Fonte: elaboração própria.

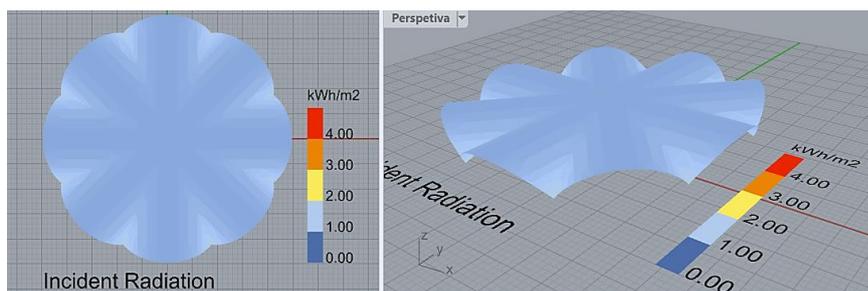


Figura 7: Resultado da simulação da quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície elementar conformada por cilindros no dia 21/06 (solstício de verão). Fonte: elaboração própria.

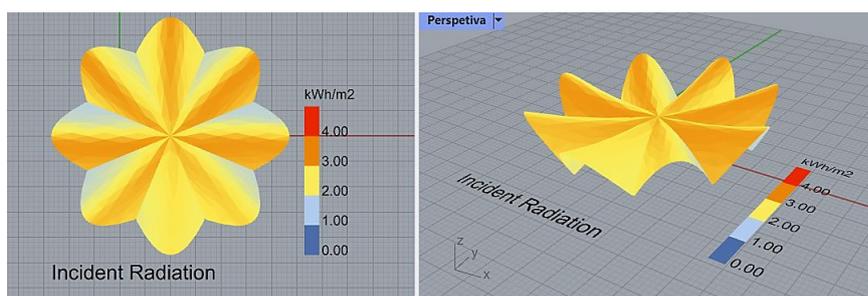


Figura 8: Resultado da simulação da quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície de dupla curvatura do Restaurante Los Manantiales no dia no dia 21/12 (solstício de inverno). Fonte: elaboração própria.

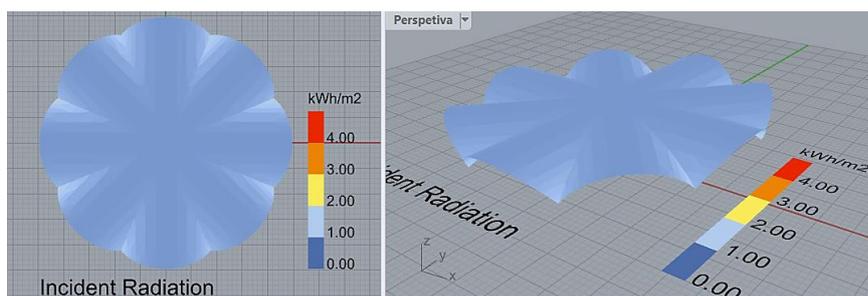


Figura 9: Resultado da simulação da quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície elementar conformada por cilindros no dia 21/12 (solstício de inverno). Fonte: elaboração própria.

Posteriormente, com o propósito de sistematizar as bases conceituais que permeiam essas simulações, foi elaborada uma análise detalhada referente ao algoritmo utilizado na programação paramétrica de cada um dos experimentos, conforme as Figuras 10 e 11. Esta análise foi sistematizada em formato de mapas conceituais, que explicitam a estrutura de saber tecnológica das simulações.

Simultaneamente, estão sendo produzidos materiais didáticos para cada simulação, para que se constituam em atividades didáticas a serem desenvolvidas nas disciplinas da graduação.

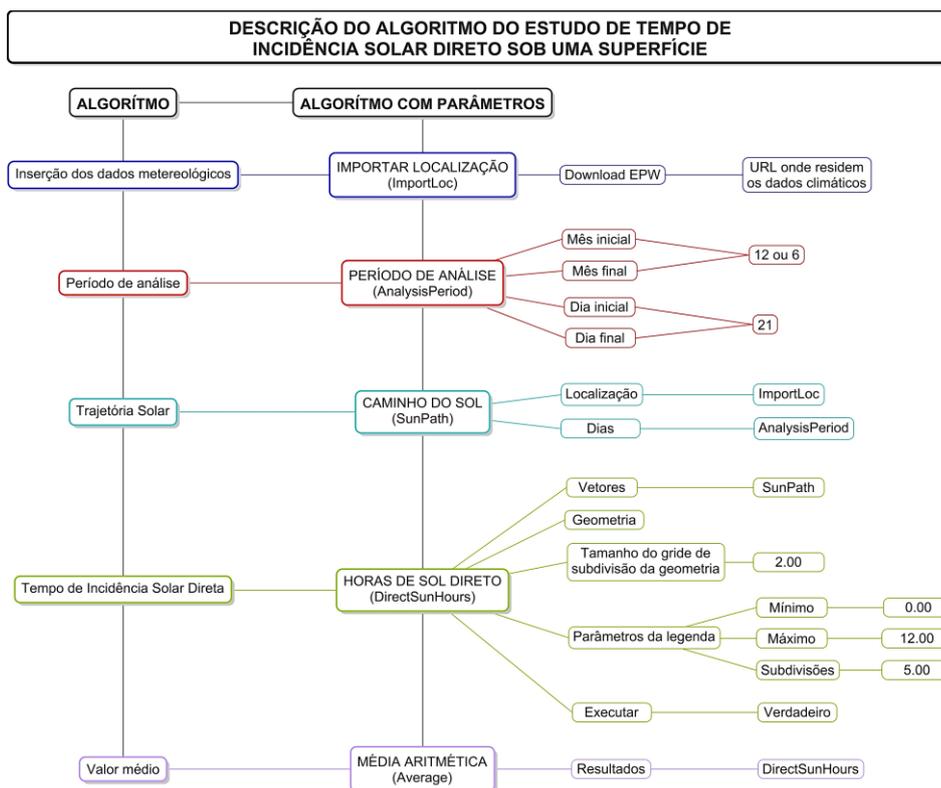


Figura 10: Descrição do algoritmo da modelagem paramétrica da simulação do tempo de incidência solar direta sob as superfícies, Fonte: elaboração pelos autores.

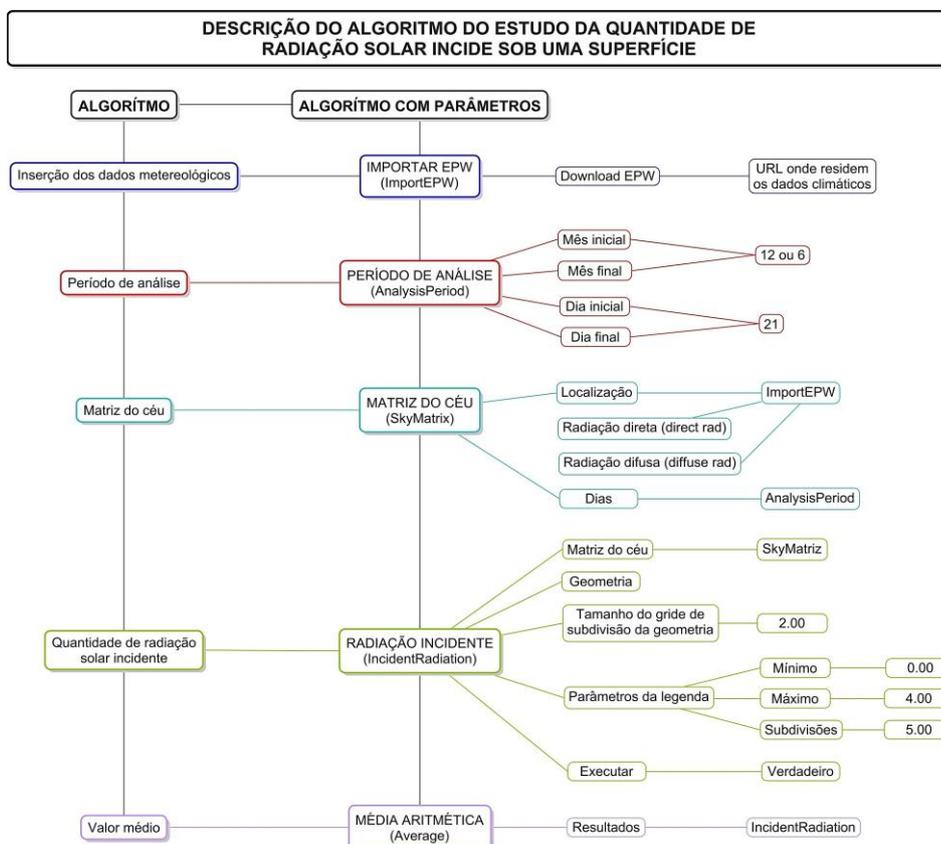


Figura 11: Descrição do algoritmo da modelagem paramétrica da simulação da quantidade de radiação solar incidente sob as superfícies. Fonte: elaboração pelos autores.

4. Análise dos Resultados

A partir de tais simulações constata-se que a superfície de dupla curvatura inspirada na natureza do Restaurante Los Manantiales, durante o inverno, possui grande vantagem em relação ao cilindro no que se refere a conforto térmico dos usuários. Isso porque, tal superfície recebe não apenas mais tempo de incidência solar direta, como também uma maior quantidade de radiação solar incidente em comparação com a superfície conformada por cilindros, conforme o Quadro 01. Para interpretação dos resultados da simulação, analisou-se graficamente a legenda de horas de incidência solar direta e de radiação solar incidente sobre a superfície durante o dia simulado, em que cada tempo e quantidade são representados por uma cor.

Por outro lado, verifica-se que, no verão, tal superfície complexa também recebe horas e quantidades a mais que a geometria elementar, gerando menos conforto térmico. Assim, é possível refletir que o emprego de tal superfície pode ser ideal para locais em que se faz frio o ano todo. Além disso, abarcando temas de sustentabilidade e utilização da energia solar, a geometria complexa do Restaurante se demonstra com grande potencial para aplicação de painéis solares e uso de energia renovável.

Quadro 01: Análise dos resultados da simulação.

INFO	TEMPO DE INCIDÊNCIA SOLAR		QUANTIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR		
	Análise gráfica	Imagem	Análise gráfica	Imagem	
SOLSTÍCIO DE VERÃO - 21/06	Parabololide hiperbólico	Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no verão o tempo de incidência solar direta sobre a superfície varia entre 9 e 12 horas. MÉDIA = 11 horas		Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no verão a radiação incidente sobre a superfície varia entre 2,00 e 4,00 kWh/m². MÉDIA = 3,07 kWh/m²	
	Superfície cônica	Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no verão o tempo de incidência solar direta sobre a superfície varia entre 0 e 3 horas. MÉDIA = 1 hora		Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no verão a radiação incidente sobre a superfície varia entre 0 e 1,00 kWh/m². MÉDIA = 0,71 kWh/m²	
SOLSTÍCIO DE INVERNO - 21/12	Parabololide hiperbólico	Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no inverno o tempo de incidência solar direta sobre a superfície varia entre 6 e 12 horas. MÉDIA = 8h e 23 min		Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no inverno a radiação incidente sobre a superfície varia entre 2,00 e 3,00 kWh/m². MÉDIA = 2,13 kWh/m²	
	Superfície cônica	Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no inverno o tempo de incidência solar direta sobre a superfície varia entre 0 e 3 horas. MÉDIA = 1h e 17 min		Nota-se, a partir da legenda gráfica ao lado, que no inverno a radiação incidente sobre a superfície varia entre 0 e 1,00 kWh/m². MÉDIA = 0,57 kWh/m²	

Fonte: elaboração pelos autores.

5. Considerações Finais

As atividades desenvolvidas até o momento permitiram reconhecer e sistematizar o saber envolvido relacionado ao desempenho térmico das superfícies complexas empregadas na arquitetura a partir das técnicas de simulações térmicas realizadas no software de modelagem tridimensional Rhinoceros com o plugg-in de modelagem paramétrica por programação visual Grasshopper, vinculado ao plugg-in de simulação termo energética Ladybug, compreendendo seus aspectos teóricos e tecnológicos. Desse modo, a partir deste estudo, considera-se possível avançar para a etapa de estruturação de atividades didáticas, prevista no projeto.

Esta pesquisa representa um estudo de relevância científica no campo do ensino de arquitetura, pois não só aborda os aspectos de desempenho da arquitetura e sua influência na sustentabilidade do ambiente construído, mas também explicita uma estrutura de saber relacionada à representação gráfica por intermédio do estudo da geometria. Esta dimensão, frequentemente não tão aprofundada nos estudos da área, oferece suporte às atividades projetuais dos estudantes de Arquitetura e Urbanismo. Além disso, a pesquisa avança para aproximar os estudantes a uma perspectiva tecnológica, utilizando simulações e modelagem paramétrica.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPERGS – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - pelo apoio financeiro ao projeto AMPARA ainda vigente a partir do edital recém doutor ano 2021 e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica (2022-24), as quais oportunizaram desenvolver este estudo.

Referências

- [1] PIRES, J. de F.; PEREIRA, A. C. A estruturação do saber relacionado a geometria complexa e a modelagem paramétrica de estruturas regenerativas na arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 14, p. 90-110, 2019.
- [2] GONÇALVES, J. C.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, 14 dez. 2006. **Ambiente Construído**, p. 51-81. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- [3] ELTAWHEEL, A.; SU, Y. **Parametric design and daylighting: A literature review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 72, p. 10861103, 2017.
- [4] GONÇALVES, J. C. S.; MOURA, N. C. S.; KUNIOCHI, E. M. U. Avaliação de desempenho, simulação computacional e o projeto arquitetônico. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
- [5] HENSEN, J. L. M.; LAMBERTS, R. **Building Performance Simulation for Design and Operation**. New York, USA: Spon Press, 2011.
- [6] FONSECA, R. W. da; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. Iluminação natural: a contribuição de suas reflexões no interior do ambiente construído. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 17, p. 198-217, 2010.

- [7] DA SILVA, F.; SILVA, C.; T. GÓES. O uso do Grasshopper na simulação termoenergética de edifícios: uma revisão sistemática. *In: Congresso de Construção Civil, 2020, Brasília-DF. Anais [...].* Brasília: UnB, 2020. p.1008-1015.
- [8] CHEVALLARD, Y. El Análisis de las Prácticas Docentes en la Teoría Antropológica de Lo Didáctico. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, Grenoble, Vol. 19, nº 2, pp. 221-266, 1999. (Traducción de Ricardo Barroso, Universidad de Sevilla).
- [9] OLIVEIRA, B. P. de; PIRES, J. de F. Integração entre modelagem paramétrica, simulação térmica e geometria complexa para a otimização do desempenho das edificações. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 11, p. 32-47, 2023.
- [10] CARMO, M. P. **Superfícies Mínimas**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, 1987
- [11] PIRES, J. de F. A Constituição de uma rede de conceitos da geometria complexa da arquitetura contemporânea: das teorias a modelagem paramétrica das superfícies. **Tese (Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PósArq)** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2018.
- [12] OLIVEIRA, B. P.; PIRES, J. de F. ANÁLISE DE DESEMPENHO BIOCLIMÁTICO DA GEOMETRIA COMPLEXA DA NATUREZA EMPREGADA NA ARQUITETURA. *In: XXXII Congresso de Iniciação Científica da UFPel, 2023, Pelotas. 9ª Semana Integrada UFPel 2023 - SIIPE 2023. Anais [...].* Pelotas: Editora da UFPel, 2023. v. 01. p. 1-4.
- [13] PAIXÃO, L. P; PIRES, J. de F. A Geometria Complexa da Arquitetura em uma Abordagem Regenerativa. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 10, n. 27, 2022.
- [14] AUGENBROE, G. Trends in building simulation. *In: (Ed.). Advanced Building Simulation*. New York, NY, USA: Spon Press, 2004. cap. 1, p.424.
- [15] CAICEDO, E. P.; *et al.* TRAYECTORIA SOLAR GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANEJO DE LA CARTA SOLAR Y EL HELIODON. **AMBIENTALMENTE**, Columbia, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9664/Car_Ambientalmente1.pdf?sequence=1
- [16] SMITH, A.; *et al.* LADYBUG: A PARAMETRIC ENVIRONMENTAL PLUGIN FOR GRASSHOPPER TO HELP DESIGNERS CREATE AN ENVIRONMENTALLY-CONSCIOUS DESIGN. *In: 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, France, 2013. Proceeding [...]* France, 2013.

Coleta de dados com sistema móvel para padronização e análise de ilha de calor urbano em Goiânia-GO

Data collection with a mobile system for standardization and heat island analysis in Goiânia-GO

Marília Guimarães Rodrigues, Mestra em Arquitetura e Urbanismo, UFG

mariliagr.arq@gmail.com

Pedro Henrique Gonçalves, Doutor em Construção Civil, UFG

pedrogoncalves@ufg.br

Clarissa Sartori Ziebell, Doutora em Design, UFRGS

clarissa.ziebell@ufrgs.br

Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, UFSC

ernestinaengel@gmail.com

Caio Frederico e Silva, Doutor, professor do programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, UnB

caiosilva@unb.br

Resumo

A avaliação do microclima urbano é crucial para orientar políticas públicas de planejamento urbano, conduzindo o processo de projetos urbanos mais resilientes e saudáveis diante das mudanças climáticas. Este estudo apresenta uma metodologia de coleta de dados móveis para analisar a ilha de calor urbana no Bairro Itatiaia, em Goiânia - GO. A análise revelou que áreas densamente urbanizadas, com pouca vegetação, apresentam maior intensidade na ilha de calor, atingindo picos de 33 graus devido à retenção de calor em materiais como asfalto e concreto. No entanto, locais ao longo do parque linear exibiram temperaturas mais baixas, aproximadamente 31 graus, graças à vegetação que oferece sombreamento e evapotranspiração. Assim, a padronização do transecto móvel é essencial para obter dados confiáveis.

Palavras-chave: Ilha de calor; transecto móvel; padronização

Abstract

The assessment of the urban microclimate is crucial to guide public planning urban policies to guide the design process to create more resilient and healthy urban environments in the face of climate change. This study presents a mobile data collection methodology to analyze the urban heat island in Bairro Itatiaia, in Goiânia-GO. The analysis revealed that densely urbanized areas, with little vegetation, present greater heat island intensity, reaching peaks of 33 degrees due to heat retention in materials such as asphalt and concrete. However, locations throughout the linear park exhibited cooler temperatures, approximately 31 degrees, thanks to vegetation that provides shade and evapotranspiration. Therefore, standardization of the mobile transect is essential to obtain reliable data.

Keywords: Heat island; mobile transect; standardization

1. Introdução

Cerca de 5,6 bilhões de pessoas vivem em áreas urbanas em 2020. Espera-se que a população urbana cresça para 7,1 bilhões até 2050, representando cerca de 70% da população total (ONU, 2020) [1]. Com o crescimento das cidades, a paisagem natural é significativamente modificada devido à grande concentração de edifícios, instalações industriais, densidade populacional e expansão de pavimentação asfáltica. Essas mudanças criam condições que podem afetar o funcionamento dos ecossistemas urbanos, conforme relatado pelo IPCC (2022) [2].

Assim, é imperioso conduzir estudos que abordem as mudanças climáticas e os impactos da expansão urbana para aumentar a resiliência das populações afetadas. Com relação à mitigação, é necessário adotar estratégias voltadas para a redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE). Nesse contexto, Braga (2012) [3] destaca a importância do planejamento urbano, o qual desempenha um papel primordial na configuração da forma urbana e nos padrões de uso do solo, impactando diretamente nas demandas de deslocamentos.

Além dos deslocamentos urbanos, muitos estudos que investigam o papel da vegetação no microclima urbano vêm sendo publicados no exterior, entre eles, Akbari (1997) [4] e Shashua-Bra e Hoffman (2000) [5]; no Brasil, Bartholomei (2003) [6], Abreu (2013) [7], Labaki *et al.* (2011) [8], Sorte (2016) [9], Shinzato e Duarte (2018) [10], Engel, Ferrarez e Gonçalves (2021) [11]. Bairros com grandes áreas verdes são uma importante estratégia para a melhoria do microclima urbano. Diversas pesquisas comprovam que a cobertura vegetal exerce influência considerável no microclima urbano, funcionando como termorregulador (Shashua-Bra e Hoffman, 2000; Bartholomei, 2003; Abreu, 2013; Labaki *et al.*, 2011; Shinzato e Duarte, 2018) [5 - 8; 10]. Assim, o emprego da vegetação urbana é um dos principais aliados para reduzir as emissões de gases do efeito estufa, especialmente pela capacidade de fixação de carbono (Romero *et al.*, 2019) [12].

A literatura identifica três principais tipos de ilhas de calor urbanas, dependendo da camada onde são encontradas: 1 - Ilha de calor superficial: essa ilha de calor é diagnosticada por meio de sensoriamento remoto, permitindo o cálculo da temperatura de alvos específicos (Oke *et al.*, 2017) [13]; 2 - Ilha de calor atmosférica inferior: denominada de "*urban canopy layer*" por Oke (1978) [14], essa ilha de calor ocorre entre o nível do solo e o nível médio dos telhados dos edifícios. As temperaturas são registradas abaixo do topo dos edifícios, utilizando diferentes técnicas, como transectos móveis e pontos fixos com sensores de temperatura inseridos na malha urbana e no ambiente rural; 3 - Ilha de calor da atmosfera urbana superior: intitulada por Oke (1978) [14] como "*urban boundary layer*", essa ilha de calor sobrepõe-se à anterior e estende-se, às vezes, até a atmosfera livre. Nessa camada, as diferenças de temperatura são observadas em altitudes mais elevadas. Esses três tipos de ilhas de calor são relevantes para entender os padrões de temperatura nas áreas urbanas, sendo fundamentais para o planejamento e a adoção de estratégias eficazes de mitigação dos efeitos do aquecimento urbano.

Os transectos móveis, utilizados para identificar a ilha de calor inferior, são percursos lineares que atravessam áreas urbanas e suas imediações, onde são realizadas medições contínuas ou periódicas de temperatura e outros dados ambientais. O processo de avaliação mediante transectos móveis envolve caminhar ou dirigir ao longo de uma rota pré-definida, tomando medições de temperatura em diferentes pontos do trajeto. Essas medições são geralmente realizadas em diferentes momentos, incluindo durante o dia e a noite, para capturar as variações térmicas no decorrer do ciclo diário.

Este estudo propõe uma metodologia de coleta de dados móvel para avaliar a ilha de calor urbana, utilizando transectos móveis. O local escolhido para o estudo é o Bairro Itatiaia, em Goiânia/GO. O objetivo é oferecer uma abordagem personalizável, simples e acessível para analisar os efeitos térmicos na região urbana. A pesquisa, em andamento no Laboratório do Ambiente (LabAm/UFG), busca fornecer dados confiáveis para subsidiar políticas públicas e diretrizes urbanas, visando tornar as cidades mais resilientes às mudanças climáticas. A continuidade do estudo permitirá aprofundar o conhecimento sobre o fenômeno de ilha de calor urbana, considerando variáveis como a presença de parques lineares, para promover ambientes urbanos sustentáveis e saudáveis.

2. Contextualização

Um dos desafios na pesquisa sobre clima urbano está relacionado à padronização dos procedimentos de coleta e análise de dados (Oke, 1978) [13]. Para o desenvolvimento de estudos de clima urbano e pesquisas ambientais de microclima e climatologia, Neves *et al.* (2015) [15] destacam que a utilização de sensores para medidas de temperatura e umidade relativa do ar é vital. Esses sensores desempenham um papel basilar na obtenção de dados precisos e consistentes, garantindo a confiabilidade das análises e resultados nessas áreas de estudo. Esses dados são geralmente obtidos através do uso de equipamentos e sensores específicos, sendo que muitos destes necessitam de abrigos meteorológicos para proteção dos sensores e para garantir a qualidade e padronização dos dados.

O método do transecto móvel é amplamente utilizado na climatologia urbana para avaliar diferenças nos parâmetros climáticos entre diferentes ocupações do solo. Sua aplicação é preferida devido à simplicidade e baixo custo operacional em comparação com a instalação de estações fixas. Garantir a padronização dos instrumentos e abrigos é crucial para a qualidade das pesquisas microclimáticas, considerando que esses dados formam a base desses estudos. A acessibilidade e o baixo custo dos instrumentos são igualmente essenciais.

Apesar dessas recomendações, nota-se a falta de uma padronização consistente nas pesquisas microclimáticas. A uniformização dos procedimentos é essencial para que os resultados sejam comparáveis e confiáveis, possibilitando avanços no entendimento dos fenômenos estudados.

2.1 Padronização de transectos

Valin Jr. e Santos (2021) [16] realizaram uma revisão bibliográfica sobre pesquisas de clima urbano, que empregaram transectos móveis, utilizando plataformas como *Scielo*, *Google Scholar* e Periódicos Capes. Os resultados indicaram falta de padronização nos procedimentos metodológicos, destacando diferenças nos tipos de abrigos, instrumentos, quantidade de dados, horários e velocidade dos pesquisadores. Essa falta de uniformidade pode comprometer a comparação e interpretação dos resultados, afetando a confiabilidade das conclusões. Os autores enfatizam a necessidade de diretrizes claras na área para garantir a qualidade das pesquisas e promover avanços mais sólidos no campo do clima urbano. O presente trabalho foi orientado por recomendações existentes, buscando contribuir para a padronização dessas práticas.

2.1.1 Velocidade

De acordo com Amorim, Dubreuil e Cardoso (2015) [17], para observações do clima urbano em escala local, a utilização de medidas móveis por meio de carros, bicicletas e outros meios de transporte para transportar os sensores é uma opção favorável, especialmente quando se investiga as ilhas de calor. Valin Jr. (2019) [18] adota uma velocidade entre 20 e 30 km/h quando os dados do trajeto são coletados com o veículo em movimento, como em situações de transectos móveis. Por outro lado, para coletar dados apenas em pontos fixos previamente definidos, velocidades superiores a 30 km/h podem ser adotadas, desde que seja considerado o tempo de estabilização do sensor antes das leituras.

2.1.2 Horários

A OMM (Organização Meteorológica Mundial) recomenda que as principais observações meteorológicas em um dia típico ocorram às 00h, 06h, 12h e 18h GMT (Tempo Médio de Greenwich), visto que, conforme Dantas, Carvalho e Castro Neto (2010) [19], correspondem ao UTC (Tempo Universal Coordenado). O objetivo é realizar leituras simultâneas em toda a superfície do globo terrestre em cada um desses horários. Para isso, cada região está localizada em um fuso horário específico. Goiás é correspondente ao segundo fuso horário brasileiro (-3 GMT) horário oficial do Brasil (horário de Brasília), abrange a maioria da população, estados litorâneos, Minas Gerais, Goiás, Tocantins e Pará, com transectos ocorrendo entre 21h e 15h.

2.1.3 Abrigos

De acordo com Hirashima e Assis (2011) [20], o abrigo meteorológico é projetado com o propósito de minimizar a interferência da radiação, tanto de ondas curtas quanto de ondas longas, nas medições de temperatura e umidade do ar. A Norma ISO 7726 [21] destaca a importância de proteger o sensor de temperatura do ar contra radiação de fontes de calor próximas, para evitar medições imprecisas. Embora forneça diretrizes para abrigos de radiação, não indica um tipo específico, deixando a escolha aos pesquisadores.

Valin Jr. (2019) [18] examinou transectos em estudos de clima urbano no Brasil de 1990 a 2017, trazendo alternativas de abrigos em transectos móveis. Dentre os modelos analisados pelo autor, o denominado "PVC horizontal" foi eficaz em todas as situações, tendo um baixo custo (3% em comparação com o comercial). Outros abrigos analisados, como o abrigo de impressora 3D, mostrou-se eficiente na maioria das situações, mas apresenta maior custo. Enquanto isso, modelos com "pratos plásticos" e "PVC vertical" não foram eficientes.

As conclusões, baseadas na pesquisa de Valin Jr. (2019) [18], destacam o abrigo "PVC horizontal" como referência em termos de eficácia, eficiência e baixo custo. Assim, o autor oferece importantes orientações para escolher abrigos em estudos de clima urbano, de modo a aprimorar metodologias e garantir resultados confiáveis.

3. Procedimentos Metodológicos

O trabalho seguiu uma metodologia dividida em três etapas principais, com a definição do objeto de estudo. Nesta etapa, foi estabelecido um polígono para o levantamento de dados.

3.1 Objeto de estudo

O Bairro Vila Itatiaia em Goiânia foi escolhido para estudo devido à presença de um parque linear estruturador (Figura 1), permitindo a análise de cenários de ilhas de calor urbanas e os efeitos nas condições térmicas micro-escalares. Essa escolha é relevante para contribuir com diretrizes urbanas diante das mudanças climáticas, visando entender os impactos climáticos em áreas urbanas, especialmente aquelas com parques lineares, além de implementar estratégias de adaptação e de mitigação frente aos desafios climáticos atuais.



Figura 1: Recorte de estudo - Bairro Vila Itatiaia, Goiânia, Goiás. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

3.2 Coleta de dados

Para o levantamento de dados, utilizou-se um sistema móvel de coleta composto por um Arduino UNO, sensor DHT22 para temperatura e umidade, um sensor sensor ds18b20 para o globo negro, módulo GPS NEO6M, leitor/gravador de dados SD e uma bateria de 9V (Figura 2). A programação, feita na IDE do Arduino, registra dados a cada 15 segundos. As informações coletadas incluem horário, latitude, longitude, precisão, altitude, velocidade, temperatura e umidade. Adicionalmente, um globo negro foi integrado ao sistema para quantificar os componentes da energia radiante e calcular a temperatura de globo negro (Engel, Ferrarez e Gonçalves, 2021) [11].



Figura 2: Sistema móvel desenvolvido. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

- **Velocidade :** Ao longo de todo o trajeto, foi mantida a velocidade constante de 30 km/h, de acordo com as orientações dos estudos de referência teórica citados anteriormente. Essa

medida garantiu a consistência e a padronização das condições de coleta de dados ao longo do percurso.

- **Horários:** Os horários das coletas foram selecionados seguindo as recomendações da OMM (Organização Meteorológica Mundial), sendo adaptados à região de estudo em Goiânia. Foram realizadas medições nos seguintes horários: 21h (**30/06/2023**), 03h (**01/07/2023**), 09h (**01/07/2023**) e 15h (**01/07/2023**). Essa escolha foi feita tendo em consideração que Goiânia está localizada no segundo fuso horário brasileiro (-3 GMT) conforme especificado pela OMM.
- **Trajetos:** O trajeto foi realizado seguindo as imagens abaixo. No entanto, devido à falta de continuidade das vias ao longo do parque linear, não foi possível seguir uma linha contínua, resultando em alguns desvios no caminho. Para uma análise mais abrangente, foram identificados pontos de interesse ao longo do parque, incluindo suas extremidades e áreas menos edificadas. Essa estratégia permitiu analisar os diferentes cenários do bairro e avaliar o impacto do parque na área em estudo. Os pontos marcados são representados nas imagens, de maneira que proporcionam uma visão mais completa das características da região e contribuem para a compreensão do papel do parque na paisagem urbana (Figura 3).



Figura 3: Trajeto e pontos para análise. Fonte: elaborado pelos autores, com base no Google Satélite.

3.2.4 Abrigos

Para abrigar os sensores, foi construído o modelo "PVC Horizontal", o qual foi analisado e testado no trabalho de Valin Jr. [18]. Esse modelo apresentou resultados totalmente favoráveis em todos os cenários e análises realizadas, conforme demonstrado em sua tese comparativa.

O processo de construção do abrigo seguiu todas as especificações contidas no referido trabalho (Figura 4). Abaixo estão listadas as etapas de construção, desde a montagem do abrigo até a sua utilização para a coleta de dados:

- Montagem do abrigo: o modelo "PVC Horizontal" foi construído de acordo com as especificações e dimensões apresentadas no trabalho de Valin Jr. [18].
- Testes e ajustes: após a construção, o abrigo foi submetido a testes para garantir sua eficiência e adequação às condições de coleta de dados.
- Coleta de dados: com o abrigo devidamente instalado, iniciou-se a coleta de dados meteorológicos em sincronia com os horários previamente estabelecidos (21h, 03h, 09h e 15h). O sistema foi configurado para registrar de maneira contínua e automatizada os dados a cada 1 minuto, garantindo a precisão e consistência das leituras.

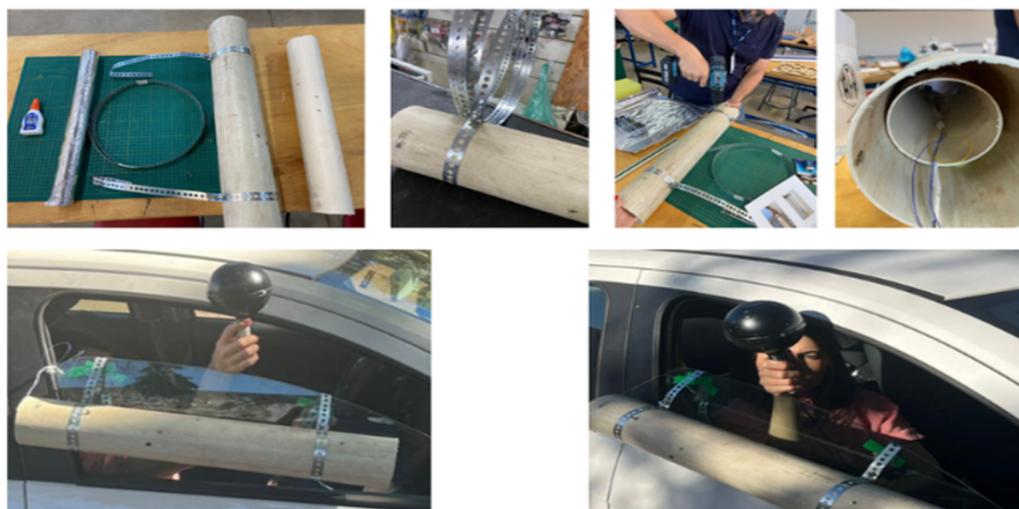


Figura 4: Etapas da construção do abrigo e sua instalação. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

4. Resultados

Por meio da análise das temperaturas do ar, notou-se que a maior intensidade de calor acontece em áreas adensadas e com pouca vegetação (Figura 6). Cidades construídas com materiais que liberam calor mais rapidamente atingem o pico de ilha de calor logo após o pôr do sol, ao passo que cidades construídas com materiais que liberam calor mais lentamente podem atingir seus picos somente após o amanhecer Oke (1978) [14]. Pode-se notar que, nesse caso, os picos acontecem ao amanhecer devido aos materiais com alta capacidade térmica e condutividade térmica, como o asfalto e o concreto, estarem presentes no bairro.

Gartland (2010) [22] destaca que os materiais influenciam a intensidade das ilhas de calor. Cidades com materiais que liberam calor rapidamente, como os solos secos e a madeira, atingem o pico de intensidade após o pôr do sol. Já aquelas construídas com materiais de liberação mais lenta, como o concreto e a rocha, alcançam seus picos ao amanhecer, conforme observado na coleta de dados. Materiais de alta capacidade térmica, como o asfalto, absorvem e armazenam calor durante o dia, liberando-o gradualmente à noite. Isso mantém a temperatura mais elevada após o pôr do sol, resultando no pico da ilha de calor urbana ao amanhecer.

Pontos ao longo do parque apresentam temperaturas mais baixas devido à vegetação, sombreamento e evapotranspiração, reduzindo a ilha de calor. Mascaró e Mascaró (2009) [23] destacam que elementos arbóreos diminuem a temperatura, com alta umidade e menor amplitude térmica. Parques reduzem a ilha de calor urbana, especialmente em relação à umidade. Em áreas urbanas densas, a falta de vegetação resulta em baixa umidade (Figura 5). Árvores nos parques aumentam a umidade via evapotranspiração, aliviando o desconforto térmico e reduzindo extremos de temperatura.

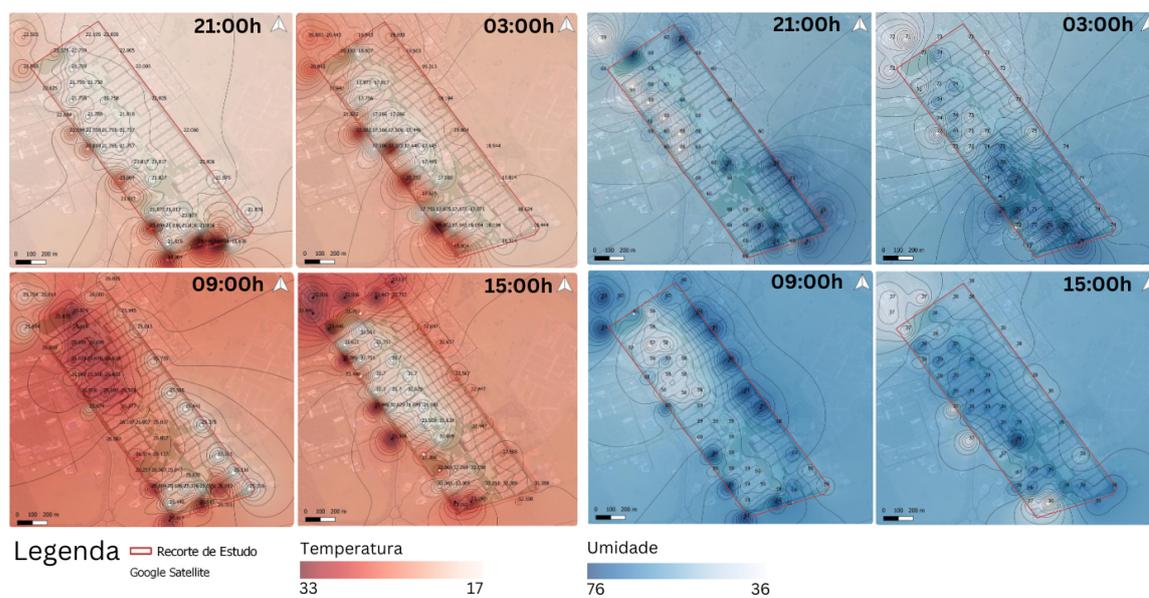


Figura 5: Interpolação das medições de temperatura e umidade. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Os resultados da coleta confirmam a influência do parque na temperatura e na umidade, mostrando registros mais baixos ao longo de sua extensão. Apesar da amostra limitada, destaca-se a importância da padronização na coleta de dados para garantir resultados confiáveis. Embora evidenciem a relação entre o parque e as variações de temperatura, ressalta-se a necessidade de pesquisas mais abrangentes para compreender completamente a ilha de calor urbana e suas implicações.

5. Considerações Finais

Após a coleta de dados, conclui-se que a padronização do transecto móvel é essencial para obter dados confiáveis em estudos de ilhas de calor, especialmente ao considerar a influência de parques lineares em áreas urbanas. A coleta padronizada ao longo do trajeto possibilita uma análise precisa e abrangente dos efeitos térmicos da região. A presença de um parque linear desempenha um papel significativo na redução das temperaturas locais, evidenciado pela coleta padronizada, a qual revela temperaturas mais baixas nas proximidades da área verde em comparação com regiões mais urbanizadas e adensadas.

A padronização do transecto é crucial para destacar a importância dos parques lineares e áreas vegetadas na mitigação das ilhas de calor urbanas, fornecendo subsídios para o planejamento urbano sustentável e medidas de adaptação climática. O presente estudo realizou uma amostra inicial, e continuará com coletas em mais dias, permitindo uma análise mais profunda do fenômeno da ilha de calor e da influência do parque linear.

Recomendam-se futuras pesquisas com uma campanha de medição mais extensa para capturar uma variedade maior de condições climáticas e sazonalidades, contribuindo para uma compreensão mais efetiva dos padrões térmicos locais. A continuidade da pesquisa, acredita-se, promoverá avanços no conhecimento da dinâmica da ilha de calor urbana, fornecendo subsídios essenciais para o desenvolvimento de medidas eficazes de mitigação e construção de ambientes urbanos mais saudáveis e resilientes diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- [1] ONU – Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU**. 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/84250-relatorio-da-onu-aponta-que-nivel-do-mar-pode-subir-mais-de-um-metro-ate-2100>. Acesso em: 16 nov.2020.
- [2] IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.). IPCC, Geneve, Switzerland. 104 p.
- [3] BRAGA, R. O Estatuto da Cidade como instrumento de desenvolvimento sustentável para as cidades brasileiras: possibilidades e limites. *In: PLURIS 2012: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 5º, 2012, Brasília-DF. Anais [...]* Brasília-DF: UNB, 2012.
- [4] AKBARI, H.; ROSENFELD, A. H.; ROMM, J. J.; LLOYD A. C. **Painting the town white and green**. Heat Island Group, 1997.
- [5] SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: an empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, v. 31, p. 221-235, apr. 2000.
- [6] BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 2003. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.
- [7] ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 115, p. 333-340, apr. 2013. Disponível em: <https://www.unisantos.br/boletim/boletim143/artigo-loyde.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.
- [8] LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BARTHOLOMEI, C. L. B.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.
- [9] SORTE, P. D. B. **Simulação térmica de paredes verdes compostas de vegetação nativa do cerrado**. 2016. 120 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.
- [10] SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído (Online)**, v. 18, n. 2, p. 197-215, 2018.
- [11] ENGEL, E. R. M.; FERRAREZ, G. O.; GONÇALVES, P. H. Desenvolvimento de sistema móvel de coleta de dados para construção de zonas climáticas locais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 10, p. 85–100, 2021. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e0202185-100>. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/10644. Acesso em: 10 mar. 2024.

- [12] ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. M; LIMA, E. A.; VIANNA, E. O.; WERNECK, D. R.; SALES, G. L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Editora UnB, 2019.
- [13] OKE, T.; Mills, G.; Christen, A.; Voogt, A. **Urban climates**. Cambridge University Press, 2017.
- [14] OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York. 1978.
- [15] NEVES, G. A. R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S.; ARRUDA, P. H. Z.; MARQUES, J. B.; PALÁCIOS, R. S. Desenvolvimento e Calibração de um Termohigrômetro para uso em Pesquisas de Micrometeorologia, Agrometeorologia e Climatológica. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, PE, v. 8, n. 1, p. 136 – 143. 2015.
- [16] VALIN JR, M. de O.; SANTOS, F. M. de M. Levantamento bibliográfico da utilização de transectos em pesquisas de clima urbano no Brasil e recomendações de padronização nos procedimentos. **Revista Brasileira De Climatologia**, v. 26, 2021.
- [17] AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. S. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba-PR, v. 17, jan./jun. 2015.
- [18] VALIN JR, M. O. **Análise de abrigos termo-higrométricos alternativos para transectos móveis**. 2019. 118 p. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2019.
- [19] DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; CASTRO NETO, P. **GNE 109 Agrometeorologia**. Lavras: UFLA, 2010. 172p.
- [20] HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. Confecção e aferição de termômetro de globo e abrigo meteorológico para medição de variáveis climáticas em ambientes externos. *In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, XI, 2011, Búzios – RJ. Anais*. ANTAC: Porto Alegre, 2011.
- [21] ISO 7726:1998(E), Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities.
- [22] GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução de Sílvia Helen Gonçalves. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.
- [23] MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana**. 3. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2009. 200 p.

Análise da segurança viária na Amazônia Ocidental: Um estudo de travessia dos pedestres e ciclistas na Rodovia BR-364 na cidade de Vilhena/RO

Analysis of road safety in the Western Amazon: A study of pedestrians and cyclists crossing the BR-364 Highway in the city of Vilhena/RO

Felipe Sérgio Bastos Jorge, Mestre em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Vilhena.

felipe.jorge@ifro.edu.br

Thaís Moreira Costa, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Vilhena.

t.costa@estudante.ifro.edu.br

Alexandre Vieira Saboia, Mestre em Assessoria de Administração, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Vilhena.

alexandre.saboia@ifro.edu.br

Ana Cecília Estevão, Mestre em Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

anacestevao@cefetmg.br

Resumo

Vilhena, interior do estado de Rondônia, conhecida como “Portal da Amazônia”, carece de planejamento urbano. A BR-364 corta a cidade e serve de ligação terrestre entre as demais regiões do país. Além disso, a rodovia divide o centro da cidade dos demais bairros, fazendo com que pedestres e ciclistas arrisquem suas vidas na tentativa de realizar a travessia. A metodologia envolve pesquisa bibliográfica e levantamento de dados *in loco*. Após análise das informações constatou-se uma grande quantidade de ciclistas que fazem esse percurso diário, em sua grande maioria, realizam a travessia ao lado de motos, carros e carretas. O estudo busca contribuir com decisões para o planejamento de soluções viárias no município.

Palavras-chave: Saúde-Pública; Mobilidade-Urbana; Segurança.

Abstract

Vilhena, in the interior of the state of Rondônia, known as the “Portal of the Amazon”, lacks urban planning. BR-364 cuts through the city and serves as a land connection between the other regions of the country. Furthermore, the highway divides the city center from other neighborhoods, causing pedestrians and cyclists to risk their lives in an attempt to cross the road. The methodology involves bibliographical research and on-site data collection. The vast majority of them cross alongside motorcycles, cars and trucks. The study seeks to contribute to decisions for planning road solutions in the municipality.

Keywords: Public health; Urban mobility; Security.

1. Introdução

Tendo como ponto inicial o Código de Trânsito Brasileiro - CTB [01], este que é o documento legal que delinea as atribuições dos diversos órgãos e autoridades ligados ao trânsito no Brasil e fornece as diretrizes necessárias para o tráfego de engenharia, além de definir padrões de comportamento, penalidades e infrações para os diferentes usuários do sistema viário. Foi criado principalmente para proporcionar mais segurança aos motoristas e pedestres, ao mesmo tempo em que garante seu bem-estar. As iniciativas de segurança contidas no CTB buscam diminuir a quantidade de acidentes de trânsito regulando o espaço de forma eficaz.

Ainda que exista a regulamentação existente por parte da lei de trânsito, acidentes ocasionados no trânsito de áreas urbanas são uma realidade frequente no cotidiano do cidadão brasileiro. Tratando-se de pedestres, esses indivíduos transitam desprovidos de qualquer meio de segurança. Ao realizarem a travessia, as rodovias não dispõem de dispositivos de segurança, logo, seus utilizadores acabam tornando-se ainda mais expostos e acessíveis a qualquer tipo de fatalidade. Como é o caso da situação das travessias da BR-364, no município de Vilhena/RO, importante eixo rodoviário que liga os estados de Goiás, Mato Grosso, Rondônia e Acre.

Devido às muitas deficiências que são evidentes na área urbana por causa do planejamento inadequado e da quantidade de pedestres e veículos que utilizam a rodovia, é crescente os conflitos entre eles, sendo os pedestres a parte mais vulnerável, uma vez que expõem suas próprias vidas na tentativa de atravessar estas rotas [02].

Assim como em muitos lugares no mundo, cresce no Brasil a preocupação com a ocorrência dos acidentes de trânsito, uma vez que estas situações passam a se destacar como um problema de saúde pública relevante, já que os indivíduos que são afetados por ela podem ficar incapazes para o mercado de trabalho, causando perdas econômicas e produtivas importantes para o país. Nesse sentido, o Brasil foi indicado, no ano de 2018, pela Organização Mundial da Saúde, como o terceiro país do mundo com maior quantidade de acidentes de trânsito [03].

Desta forma, o presente trabalho tem o objetivo de analisar as condições de travessia de pedestres e ciclistas na região central do município de Vilhena/RO, considerando a BR-364 um importante eixo que divide a cidade.

Para Bartolomeos et al. [04] a exposição dos pedestres ao longo da rodovia e sua consequente vulnerabilidade podem ser solucionadas com a implementação de medidas de engenharia de tráfego. Essas medidas podem levar a uma redução do volume da circulação de veículos ou à separação dos pedestres dos carros.

É importante ter exemplos na prática, como é o caso do estudo de adequação viária na cidade de Teófilo Otoni - MG, em que o trecho da BR-116 com BR-418 corta o município [05]. Foi proposto uma rampa, em que a rodovia BR-116 se ergue a 7 metros em relação ao solo (estrutura de terra armada) e a BR-418 exerceria papel de rotatória. A recomendação proporciona melhoria na qualidade de vida de pedestres e veículos motorizados.

A identificação dos problemas urbanos e a análise crítica dos mesmos permitem a aplicação de soluções embasadas e que tendem a ter resultados melhores do ponto de vista da comunidade. Posto isso, pretende-se com esse trabalho, subsidiar os órgãos públicos para futuras intervenções que garantam a segurança dos usuários. De um modo geral, soluções para os problemas urbanos agregam sustentabilidade às cidades, uma vez que se tornam mais eficientes no atendimento das demandas sociais da comunidade e na resolução de problemas.

2. Procedimento Metodológicos

O território rural de Rondônia é conhecido como Cone Sul e compreende 7 municípios: Cabixi, Cerejeiras, Chupinguaia, Colorado do Oeste, Corumbiara, Pimenteiras do Oeste e Vilhena. O presente estudo ocorreu na cidade de Vilhena que é portal de entrada para a Amazônia Ocidental. A cidade é cortada pela BR-364, importante eixo rodoviário utilizado principalmente para o escoamento da produção agrícola da região Norte para os estados de Mato Grosso e Goiás.

Foi realizado estudos bibliográficos e pesquisas exploratórias que, conforme Gil [06] fornece embasamento teórico acerca do tema a ser analisado.

O público alvo são moradores da cidade de Vilhena que necessitam realizar a travessia da referida rodovia, seja a pé ou de bicicleta, em 5 pontos principais onde percebe-se maior fluxo de transeuntes. Sendo assim, pretende-se um levantamento da situação dos indivíduos, estabelecendo suas necessidades de mobilidade e segurança.

Foi proposto e disponibilizado a um parcela de usuários um formulário virtual, preenchido de forma anônima, através da plataforma Google Forms, com padrão de escala de Likert com o objetivo de coletar dados quantitativos sobre a utilização a pé ou de bicicleta das 5 principais rotatórias localizadas ao longo da BR-364. Também foi conduzida pesquisa in loco das condições de travessia nas 5 rotatórias, com levantamento fotográfico e contagem de pedestres e ciclistas

3. Resultados

Nessa parte, serão apresentados os resultados dos levantamentos realizados nas 5 rotatórias. Foram utilizados mapas esquemáticos para indicar a localização das mesmas ao longo da BR-364. Também é apresentada uma tabela síntese dos dados coletados no levantamento in loco associados às informações obtidas pelo formulário virtual.

3.1 Local de Estudo

O estudo de caso foi conduzido em Vilhena/RO, cidade com cerca de 100 mil habitantes [07]. Está inserida em uma região de grande crescimento e é conhecida como "Portal da Amazônia" [08], devido a sua localização de entrada à Amazônia Ocidental.

Os pontos analisados foram as 5 rotatórias (Figura 1) que estão presentes na principal rodovia que corta o município, a BR-364, que exerce papel fundamental no desenvolvimento da cidade, atuando como ponte de ligação terrestre entre Vilhena e as demais regiões do país.



Figura 1: Localização das rotatórias analisadas. Fonte: Google Maps adaptado pelo autor (2023).

Apesar da sua importância, apresenta questões desafiadoras quanto à segurança viária. Partindo do ponto em que a rodovia divide o município, uma parcela de habitantes enfrenta dificuldades para acessar “um lado ou outro” da cidade, sendo necessário atravessá-la para cumprir com os compromissos diários ou ocasionais (estudo, trabalho, comércio, turismo, etc).

A travessia é realizada por veículos motorizados, motonetas, caminhões etc, assim como por ciclistas e pedestres, sendo esses as figuras de maior vulnerabilidade. De acordo com o DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito [09], no ano de 2022 e 2023 houveram 4 vítimas não fatais de acidentes de trânsito (Figura 2), sendo esses ciclistas que transitavam na BR-364 e 1 acidente na Av. Celso Mazutti.

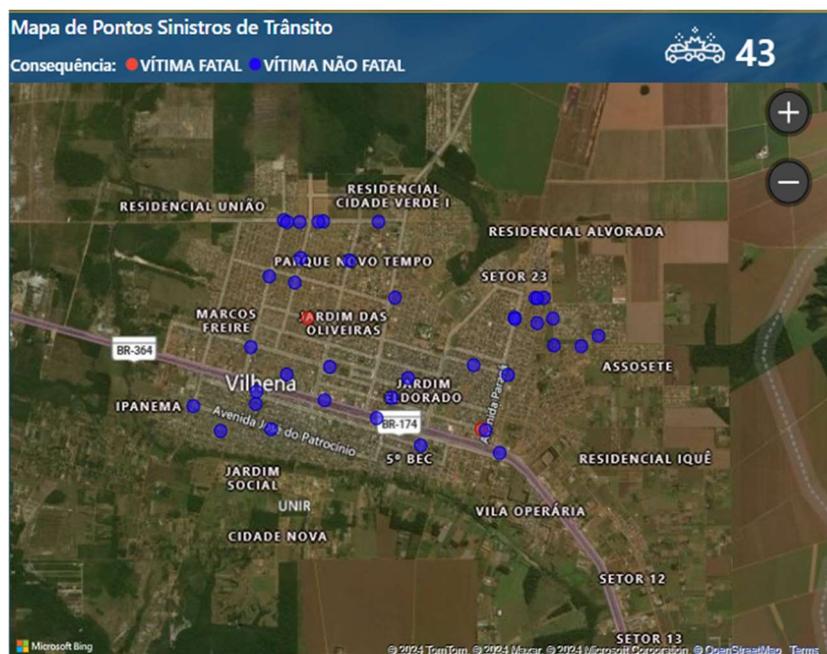


Figura 2: Dados preliminares de sinistros de trânsito. Fonte: DETRAN RO (2023).

Portanto, para um melhor aprofundamento, foram analisadas individualmente as principais rotatórias ao longo da BR-364 bem como seu entorno edificado.

3.2 Análise da Rotatória 1

O primeiro estudo de caso trata-se da Rotatória 1, essa é a primeira após adentrar o perímetro urbano da cidade de Vilhena e fica a cerca de 2,43km do Frigorífico JBS (Figura 3).

Em levantamento in loco foi possível observar que há apenas uma faixa de pedestre desde o início geográfico da cidade. Pontua-se também o início de duas avenidas importantes que se estendem conforme a BR-364. Trata-se da Av. Celso Mazutti com início a partir da JBS e Av. Mal. Rondon, que se introduz na geografia da cidade próximo ao posto de combustível Catarinense.

Então, a rotatória 1 (Figura 3) corresponde à ligação da Rua Ezequiel Silva Cassim com a BR-364. Nota-se que não há nenhum dispositivo de segurança viária, seja semáforo, faixa de pedestre, passarela, etc, fazendo com que o pedestre e ciclista encontre grande dificuldade ao realizar a travessia.

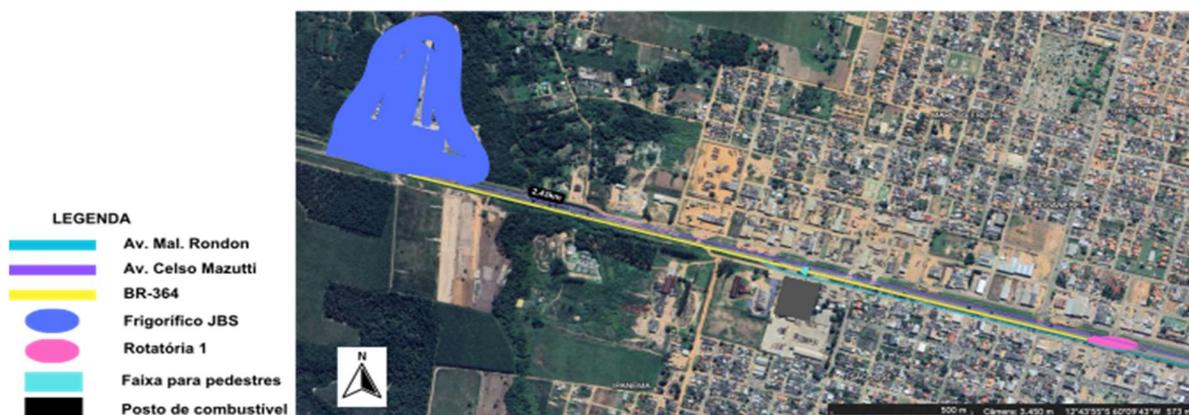


Figura 3: Trecho Frigorífico - Rotatória de estudo 1. Fonte: Google Maps adaptado pelo autor (2023).

Analisar o entorno é de extrema relevância ao passo que se obtém a melhor compreensão dos fatores que impactam de forma direta a travessia dos pedestres e ciclistas. Por exemplo, contextualizar a malha urbana próxima da rotatória (Figura 4) se mostra importante pois demonstra a jornada do cidadão até o ponto mais crítico: a rodovia BR-364. Outro ponto são as edificações existentes ou elementos próximos à rotatória, como estabelecimentos comerciais, instituições de ensino, etc.

Em praticamente todo o trecho foram catalogadas instalações de grande porte, como concessionárias, materiais de construção, etc, e com grande recuo da Av. Celso Mazzuti.



Figura 4: Entorno da rotatória 1. Fonte: Google Maps adaptado pelo autor (2023).

3.3 Análise da Rotatória 2

A rotatória de estudo 2 (Figura 5) está posicionada com acesso por meio da Av. Presidente Nasser, logo, por se tratar de uma avenida, percebe-se grande fluxo de veículos e tráfego de pedestres e ciclistas.

Seguindo a linha de análise, é possível identificar a organização das edificações presentes no entorno que intercede a rotatória, na área adjacente à Av. Presidente Nasser.

Também são apresentados de maneira ampla os estabelecimentos presentes nas redondezas da rotatória em questão.



Figura 5: Entorno da rotatória 2. Fonte:Google Maps adaptado pelo autor (2023).

3.4 Análise da Rotatória 3

A terceira rotatória observada trata-se da BR-174 (Figura 6), onde há o encontro das duas rodovias federais. Percebe-se o alto nível de dificuldade para o pedestre ou ciclista realizarem a travessia.



Figura 6: Entorno da rotatória 3. Fonte:Google Maps adaptado pelo autor (2023).

Observa-se que no entorno que circunda a rotatória há uma grande diversidade de comércios, igreja, posto de combustível, loja de auto-peças, etc.

3.5 Análise da Rotatória 4

A quarta rotatória analisada é o encontro da BR-364 com a Avenida Brigadeiro Eduardo Gomes (Figura 7). O estudo de entorno da quarta rotatória é marcado pela presença do terminal rodoviário da cidade de Vilhena, ocupando uma área considerável



Figura 7: Entorno da rotatória 4. Fonte:Google Maps adaptado pelo autor (2023).

3.6 Análise da Rotatória 5

Por fim, a rotatória de estudo 5, localiza-se entre a BR-364 e a Avenida Paraná (Figura 8). Assim como as demais, há um uso variado do solo, apresentando diversos tipos de estabelecimentos e pontos comerciais.



Figura 8: Entorno da rotatória 5. Fonte:Google Maps adaptado pelo autor (2023).

3.7 Questionário On-Line

O questionário, aplicado em formato *online*, teve grande adesão de pessoas menores de 18 anos, principalmente do público feminino. A maioria dos transeuntes optam por realizar a travessia de bicicleta, sendo majoritariamente estudantes. O tempo médio de travessia, com base nos dados coletados, varia de 2 a 5 minutos, sendo que atravessam todos os dias ou pelo menos uma vez por semana. Outra questão abordada, foi a sugestão da melhor alternativa adequada para realizar a travessia, sendo o uso de passarelas a opção mais votada (Figura 9).

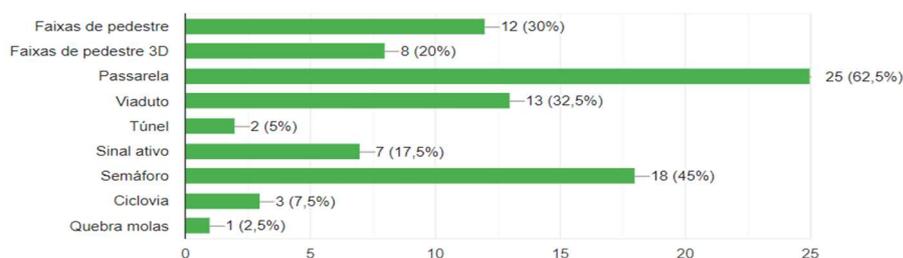


Figura 9: Proposta de solução para travessia segura. Fonte:Google Forms (2023).

3.8 Levantamento Fotográfico

As fotografias capturadas durante o levantamento de dados (Figura 10) reforçam a questão da vulnerabilidade que pedestres e ciclistas se expõem para realizar a travessia dessas rotatórias. Quanto aos pedestres, há uma grande quantidade dos que optam por transitar pelos canteiros da via, a fim de tornar a travessia menos perigosa.

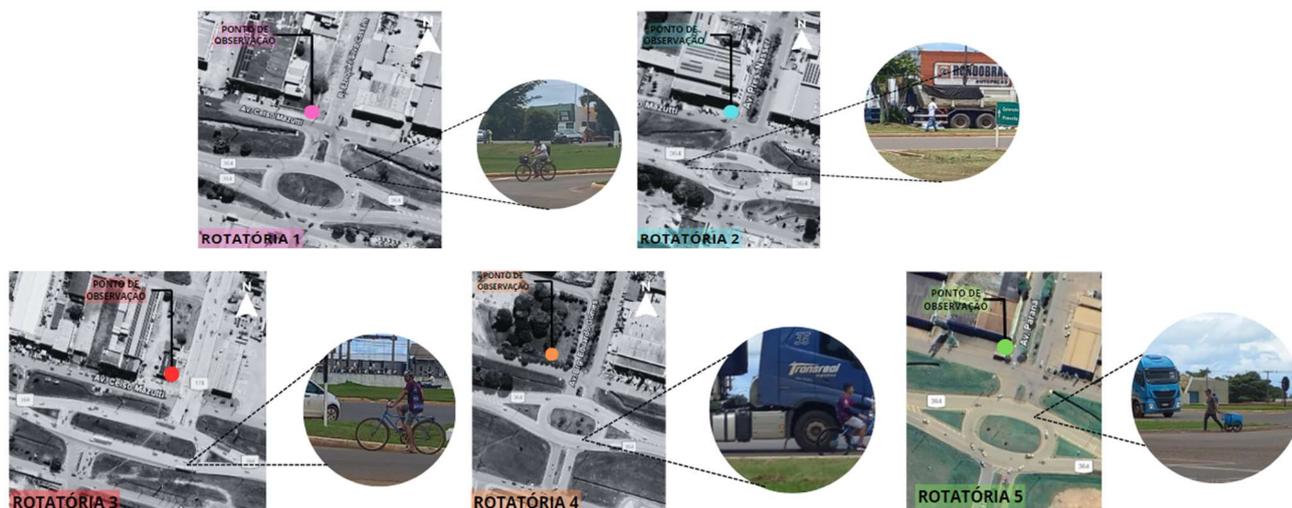


Figura 10: Relatório fotográfico. Fonte: Google Maps adaptado pelo autor (2023).

A contagem de usuários se limitou a horários fixos, em diferentes dias da semana, devido a percepção com maior fluxo de pessoas. O quadro abaixo apresenta maior número de ciclistas (bicicleta e bicicleta-elétrica) do que pedestres (Quadro 1).

Quadro 1: Comparativo de travessias nas 5 rotatórias

Análise de travessias				
Rotatória	Data	Hora	Qnt Ciclistas	Qnt Pedestres
Rotatória 1 (Rua Ezequiel Silva Cassim)	05/03/2024	11h - 12h	54	3
Rotatória 2 (Av. Pres. Nasser)	06/03/2024	11h - 12h	47	1
Rotatória 3 (BR-174)	11/13/2024	11h - 12h	26	4
Rotatória 4 (Av. Brig. Eduardo Gomes)	13/03/2024	11h - 12h	72	1
Rotatória 5 (Av. Paraná)	14/03/2024	11h - 12h	50	2

Fonte: Autor (2024).

4. Análise dos Resultados

De acordo com o levantamento realizado é notória a ausência de condições seguras e acessíveis de travessia nas rotatórias estudadas. O número de usuários, principalmente ciclistas, que se arriscam em meio aos veículos é grande, conforme percebe-se no levantamento fotográfico. Também podemos inferir, extrapolando a contagem de usuários para todo o horário comercial, que intervenções nas travessias que garantam a segurança dos usuários atenderiam uma parcela significativa da população do município.

5. Considerações Finais

Medidas de segurança pública e viária devem ser discutidas para garantir a proteção da comunidade, bem como soluções de mobilidade para pedestres e ciclistas. A partir do levantamento de dados in loco percebeu-se a grande quantidade de usuários, em sua maioria, ciclistas, que realizam esse trajeto.

Tendo em vista a importância social e econômica da BR-364, espera-se que o estudo sirva de base para intervenções dos órgãos públicos no intuito de fornecer aos cidadãos, condições seguras de mobilidade. A construção de passarelas, pode ser uma alternativa viável, devido sua execução relativamente simples, fácil manutenção e durabilidade.

Em termos de planejamento urbano, a sustentabilidade se aplica na prevenção de problemas, entre eles os problemas de saúde pública e mobilidade. Percebe-se com essa pesquisa, que a mobilidade segura e acessível de pedestres e ciclistas é uma questão de extrema relevância no contexto do município, sendo urgentemente necessárias intervenções nas travessias analisadas nesse trabalho.

Referências

- [01] BRASIL. Lei Nº 9.503 1997, DE 23 DE Setembro de 1997 Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, 1997.
- [02] PESSOA, Giovanna Carolina de Souza; DOMINGOS, Janaina de Melo Franco. Análise da implantação de passarela para travessia de pedestres na Rodovia BR 376, PR, Brasil. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/artigos/58.686.pdf>.
- [03] ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE MEDICINA. Brasil é o terceiro país com mais mortes de trânsito. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.apm.org.br/ultimas-noticias/brasil-e-o-terceiro-pais-com-mais-mortes-de-transito/>.
- [04] BARTOLOMEOS, Kidist et al. Segurança de pedestres: Manual de segurança viária para gestores profissionais da área. Brasília: Organização Pan-americana de Saúde, 2013.
- [05] LAUBE et al. Adequação Viária da Interseção da BR-116 com a BR-418. V. 1 N.1 (2018): Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro.
- [06] GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- [07] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Vilhena/Rondônia/Brasil. IBGE, 2022.
- [08] SANTOS et al. ANÁLISE DA ADESÃO À AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (A3P) PELA CIDADE PORTAL DA AMAZÔNIA. Brasil, 2016.
- [09] DETRAN RONDÔNIA. Dados Preliminares de Sinistros de Trânsito. Rondônia, 2023. Disponível em: <https://www.detran.ro.gov.br/post/41/2023/9/12/dados-preliminares-de-sinistros-de-transito-de-rondonia/>.

Tecnologia de impressão 3D com materiais naturais: uma análise de pesquisas e aplicações voltadas ao desempenho térmico de edificações
3D printing technology with natural materials: an analysis of research and applications focused on the thermal performance of buildings

Luana Toralles Carbonari, doutora, Universidade Estadual de Londrina – UEL
luanatcarbonari@gmail.com

Berenice Martins Toralles, doutora, Universidade Estadual de Londrina – UEL
toralles@uel.br

Lisiane Ilha Librelotto, doutora, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
lisiane.librelotto@gmail.com

Monique de Brito Filgueiras, mestre, Universidade Estadual de Londrina UEL
monique.filgueiras@uel.br

Thalita Gorban Ferreira Giglio, doutora, Universidade Estadual de Londrina UEL
thalita@uel.br

Resumo

Este artigo visa analisar o uso de materiais naturais a base de solo e argila aplicados à tecnologia de impressão 3D com foco no desempenho térmico das edificações. Utilizou-se de revisão bibliográfica exploratória para identificar pesquisas aplicadas que têm explorado esses materiais. Os dados obtidos foram sistematizados em um quadro comparativo para identificar as principais estratégias utilizadas. A análise das pesquisas aplicadas indica que a construção com o uso da impressão 3D com materiais a base de solo e argila é promissora, aproveitando as propriedades naturais do solo de isolamento térmico, podendo incorporar estratégias de design paramétrico e fabricação digital para criar soluções complexas e personalizadas para os diferentes contextos.

Palavras-chave: Construção Civil; Manufatura Aditiva; Solo; Argila; Desempenho Térmico

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the use of natural materials based on soil and clay applied to 3D printing technology, with a focus on the thermal performance of buildings. A exploratory literature review was used to identify applied research that has explored these materials. The data obtained was systematized in a comparative table to identify the main strategies used. The analysis of applied research indicates that construction using 3D printing with materials based on soil and clay is promising, taking advantage of the soil's natural thermal insulation properties and being able to incorporate parametric design and digital fabrication strategies to create complex, customized solutions for different contexts.

Keywords: Civil Construction; Additive Manufacturing; Soil; Clay; Thermal Performance

1. Introdução

De acordo com a *International Energy Agency* (IEA), o setor da construção civil é responsável por 36% do consumo final global de energia e 39% do total de emissões diretas e indiretas de CO₂ [1]. Além disso, em nível mundial, o resfriamento artificial consome 60% do total de energia em edifícios, pois o conforto térmico é uma das principais prioridades, especialmente em climas quentes [2]. Devido a isso, diversas pesquisas têm buscado alternativas para uma construção mais otimizada, com menor impacto ambiental e maior desempenho térmico, além de uma maior economia de tempo, materiais e custos, buscando promover a conservação de energia e reduzir as emissões de carbono [3,4]. Nesse sentido, uma tecnologia que vem sendo cada vez mais explorada é a manufatura aditiva, que combina a manufatura com a fabricação digital, também conhecida como impressão 3D [5,6].

O uso da manufatura aditiva na construção civil vai ao encontro de questões atuais, como Cidades Inteligentes, Desenvolvimento Sustentável e Transformação Digital, incorporando os conceitos de digitalização, automação e conectividade da Indústria 4.0. A impressão 3D pode tornar a construção mais eficiente e proporcionar um crescimento sustentável, estimulando os princípios da circularidade, com o uso de materiais reciclados e ecologicamente corretos [5]. Os materiais à base de cimento provaram ser adequados para a impressão 3D, mas são um dos maiores responsáveis pela pegada ambiental da construção, devido ao seu alto consumo de energia e às emissões de CO₂ durante a produção de clínquer [6].

Devido a isso, vem sendo realizadas diversas pesquisas aplicadas que utilizam materiais alternativos, com o intuito de reduzir o impacto ambiental das edificações [7,8]. Os materiais que tem sido mais estudados e que apresentam propriedades semelhantes às do concreto são: Materiais à base de cimento Portland com adições minerais; Materiais geopoliméricos; Materiais à base de gesso; e Materiais à base de solo e argila [9]. Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar o uso de materiais naturais à base de solo e argila aplicados à tecnologia de impressão 3D com foco no desempenho térmico dos edifícios, para identificar as principais estratégias projetuais e construtivas que tem sido utilizadas.

Em 2015, a ONU estabeleceu a "Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável", com a definição de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que devem ser implementados mundialmente nos próximos 15 anos. Dentre os objetivos desta agenda evidencia-se a aderência desta pesquisa aos de número 9 "Indústria, inovação e infraestrutura", 11 "Cidades e comunidades sustentáveis", 12 "Consumo e produção responsáveis", 13 "Ação contra a mudança global do clima" e 15 "Vida na terra" [10]. Assim, este estudo aborda problemas atuais que afetam o bem-estar social no Brasil e no mundo, especialmente considerando o grande impacto do setor de construção no meio ambiente e o desempenho térmico das edificações.

2. Procedimentos metodológicos

A metodologia aplicada parte de revisão exploratória da literatura para identificar pesquisas aplicadas que utilizam a tecnologia de impressão 3D associada a materiais naturais a base de solo e argila. Em cada caso foram avaliadas as seguintes categorias de análise: a) características gerais; b) composição do material de impressão; e c) aspectos relacionados ao desempenho térmico de cada caso. A escolha de mais de um caso permitiu uma análise comparativa, destacando aspectos de convergência e divergência entre eles. A análise qualitativa dos dados

foi realizada através do processo de análise-reflexão-síntese [11], sendo utilizada a técnica de análise de conteúdo [12] para avaliar a bibliografia.

3. Resultados e discussões

Embora o uso da tecnologia de impressão 3D ainda seja relativamente novo na construção civil em larga escala, com algumas limitações, ela promove a reutilização de materiais tradicionais. Isso poderia revitalizar o uso de materiais naturais de forma a substituir materiais industriais com alto consumo de energia e carbono [13]. Os materiais naturais à base de solo e argila vem sendo cada vez mais utilizados na construção em impressão 3D, pois são materiais recicláveis, de baixo custo e de baixo impacto ambiental [3,14–16]. Sua aplicação é semelhante à tecnologia de construção digital baseada em cimento [17].

As principais propriedades desses materiais apontadas pela literatura são [3,9,14,15]: propriedades no estado fresco: biopolímeros como o alginato podem ser usados para melhorar a retenção da forma; Desempenho mecânico e durabilidade: o material alcança um desempenho mecânico semelhante ao da construção convencional com terra; Textura: são mais suaves quando impressos com um bocal circular; e Possibilidades de cores: tons de marrom e amarelo.

Para avaliar aspectos relacionados ao desempenho térmico, que é outra importante propriedade dos materiais a base de solo e argila aplicados à tecnologia de impressão 3D, foram analisados os resultados de algumas pesquisas aplicadas, que serão descritos a seguir.

3.1 Tecnologia de impressão 3D WASP

a) Características gerais: a empresa italiana WASP (*World's Advanced Saving Project*) tem caráter humanitário e princípios ambientais de ecologia e sustentabilidade. Seu objetivo é desenvolver edifícios e estruturas ecologicamente sustentáveis, usando materiais naturais, como solo e resíduos agrícolas, e construir casas em zonas pobres, densamente povoadas ou devastadas por catástrofes naturais, que impliquem baixos custos, consumo energético e poluição ambiental. Uma das tecnologias desenvolvidas pela empresa é o sistema WASP Crane, que é um sistema de fabricação modular colaborativo que consiste em uma unidade principal da impressora que pode ser montada em várias configurações, dependendo da área de impressão e do tamanho do objeto arquitetônico a ser construído. O módulo único tem um diâmetro de 6,60 m e 3 m de altura e pode ser ampliado com a adição de travessas e braços de impressora. Essa estratégia de construção implica uma área de impressão potencialmente infinita, pois os módulos individuais podem ser reconfigurados e avançar com uma atitude generativa [18].

Um dos principais projetos desenvolvidos pela WASP são as casas “Gaia” (Figura 1a e 1b), que foram impressas em 2018 na Itália. As paredes das casas foram impressa camada por camada usando o sistema WASP Crane. As casas tem uma área de 30 m² e foram necessários 10 dias para a execução das paredes externas, que tem espessura de 40 cm. A cobertura das casas foi feita com madeira e as fundações foram impressas em concreto. Durante o processo de execução das casas foram instaladas as esquadrias de portas e janelas, bem como redes elétrica e hidrosanitária. O custo total dos materiais usados na estrutura da parede foi de 900 euros [19].

b) Material de impressão: material composto de uma mistura de 25% de solo local (mistura de areia, argila e silte), 40% de palha de arroz picada, 10% de casca de arroz e 10% de cal hidráulica. Para tornar a mistura homogênea e trabalhável foi usado o Muller [20].

c) **Aspectos relacionados ao desempenho térmico:** ao imprimir as paredes, foram criadas cavidades verticais internas que foram preenchidas com resíduos da produção de arroz (Figura 2a), como cascas e palhas de arroz picadas, preenchendo os vazios para isolamento térmico. Além disso, as paredes foram projetadas com o objetivo de integrar sistemas de ventilação natural e sistemas de isolamento termoacústico [19]. Segundo a empresa WASP, esse método de isolamento mantém a temperatura interna da casa confortável, evitando a necessidade de aquecimento ou refrigeração. As cascas de arroz também foram usadas para criar um revestimento para a face interna das paredes e como uma camada de isolamento na parte superior da cobertura (Figura 2b) [21].



Figura 1: a) Casa Gaia sendo construída e b) Casa Gaia finalizada. Fonte: [21].



Figura 2: a) preenchimento das paredes com resíduos e b) Revestimento interno. Fonte: [21].

3.2 Projetos Pylos, Digital adobe e TerraPerforma do IAAC

a) **Características gerais:** o Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha (IAAC) tem desenvolvido uma série de projetos de pesquisa aplicada relacionados à digitalização de materiais à base de solo e argila produzidos com o uso de impressão 3D. O projeto Pylos foi o primeiro a ser desenvolvido pelo IAAC, visando a construção em larga escala, com base no uso de argila biodegradável e reciclável, buscando a otimização da mistura, com o uso de materiais naturais disponíveis localmente. A pesquisa teve como objetivo construir colunas de argila impressa para explorar o potencial de personalização da forma de acordo com critérios de desempenho e as vantagens técnicas do procedimento de produção robótica [8,22]. Além disso, o projeto tem como principal objetivo desenvolver soluções para a construção habitacional em países em desenvolvimento, ou em zonas densamente urbanizadas em países desenvolvidos.

Devido ao baixo custo associado deverá proporcionar um acesso a habitação mais fácil e barato às pessoas mais necessitadas. O preço estimado é de 0,5 euros por cada quilograma [23].

O projeto se concentra nas propriedades naturais do solo, e tem como principais vantagens o isolamento térmico, proteção contra incêndio, circulação de ar, baixo custo inicial, estruturas recicláveis, rigidez estrutural, baixa emissão de CO₂ e controle climático. A importância do material escolhido (solo) para essa pesquisa de manufatura aditiva não está relacionada apenas à quantidade ilimitada existente, mas também à diminuição do grau emergente de energia incorporada no processo de fabricação, aos riscos de transporte, à produção independente de eletricidade e a disponibilidade de combustível [22,24].

Com base nos resultados do projeto Pylos, a IAAC continua a examinar a correlação entre morfologias baseadas em desempenho e manufatura aditiva robótica por meio do programa de pesquisa *Open Thesis Fabrication* (OTF). Os projetos Digital Adobe e TerraPerforma utilizam o mesmo material e método do Pylos, mas com foco na impressão em escala real de formas não convencionais, como paredes curvas modulares, com propriedades de auto-sombreamento e design performático adequado ao clima [14,25,26].

Durante o OTF 2016/2017, o TerraPerforma construiu um protótipo experimental em escala 1:1 (Figura 3a e b) para estudar padrões geométricos otimizados, visando o desempenho térmico e estrutural, além da análise de um módulo para viabilizar um processo de montagem fácil e rápido, diretamente no local. A abordagem modular foi considerada melhor devido às dificuldades de levar um robô para o exterior e enfrentar condições climáticas adversas. Os módulos são concebidos parametricamente para que tenham um desempenho ideal, dependendo da radiação solar, do comportamento do vento e do raciocínio estrutural da impressão 3D, tanto por si mesmos quanto como um projeto completo [8].

b) Material de impressão: o material criado pela IAAC é constituído por 96% de solo, mais aditivos para melhorar as suas características.

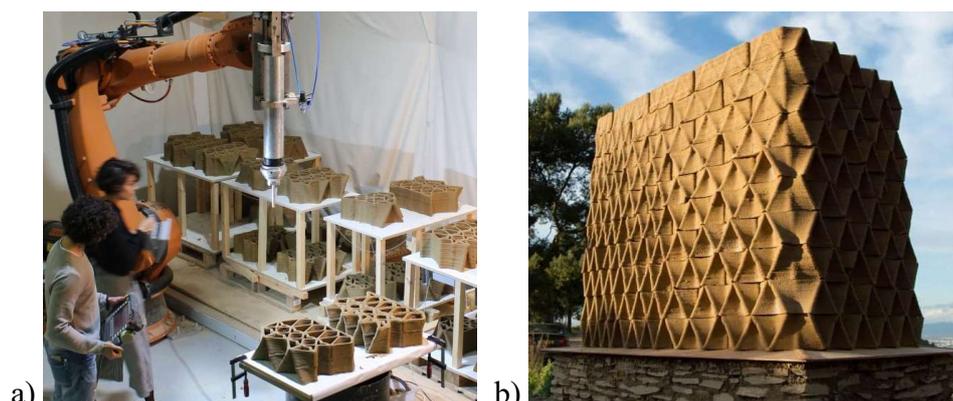


Figura 3: a) e b) Módulos e protótipo em escala 1:1 do projeto TerraPerforma. Fonte: [26]

c.1) Aspectos relacionados ao desempenho térmico do projeto TerraPerforma: a morfologia complexa da superfície externa do protótipo desenvolvido pelo TerraPerforma foi definida considerando o ângulo de incidência da radiação solar direta e a ventilação natural. Assim, buscou-se reduzir a temperatura da superfície externa pelo auto-sombreamento, a fim de minimizar a radiação das orientações leste e oeste, diminuindo, conseqüentemente, a carga térmica necessária para o resfriamento de um edifício [8]. Além disso, os módulos foram

projetados para incorporar vários tipos de aberturas, a fim de maximizar o potencial da luz natural (as aberturas são estrategicamente posicionadas e variam de microaberturas a aberturas completas entre os elementos). Os mesmos painéis também foram projetados para auxiliar o comportamento do vento por meio das propriedades de convecção, bem como a colocação da microperfuração que direcionaria o fluxo de ar. Para isso, foram realizados testes físicos e simulações com protótipos de paredes (Figura 4), testando a radiação solar, a luz do dia, a condutividade térmica, a convecção, a massa térmica e o comportamento estrutural [27].

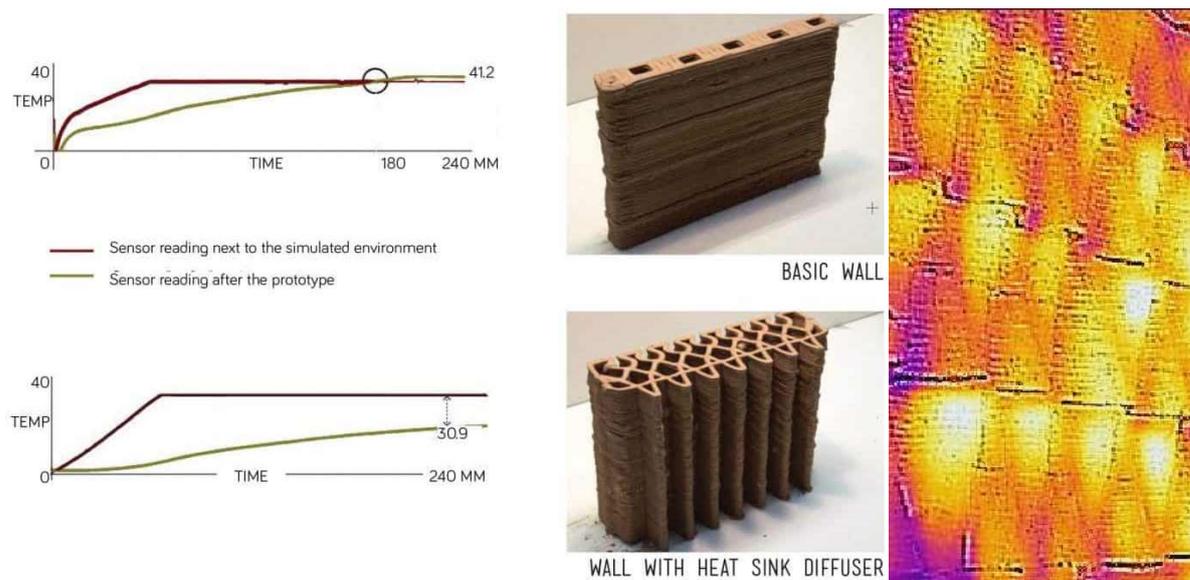


Figura 4: Estudos do desempenho térmico realizados pelo projeto TerraPerforma. Fonte: [26]

O Digital Adobe é uma pesquisa sobre impressão 3D para Habitat Performativo, que foi desenvolvida no programa OTF 2017-18. A pesquisa foi concluída com a construção de um protótipo 1:1 (Figura 5a e b) de uma parede que adapta sua morfologia às necessidades estruturais e climáticas locais [25].



Figura 5: a) Parede construída pelo projeto Digital adobe e b) módulos da parede. Fonte: [25]

c.2) Aspectos relacionados ao desempenho térmico do projeto Digital Adobe: no estudo foi desenvolvido um projeto de parede ventilada, com aberturas operáveis na parte superior e inferior, para reduzir o ganho de calor no verão por meio da convecção entre as aberturas e para reter o calor no inverno, quando as aberturas estão fechadas. A geometria externa consiste em uma superfície de saliências para auto-sombreamento, otimizando o resfriamento no verão e a absorção de radiação solar no inverno, levando em consideração os ângulos de incidência solar do local (Barcelona), de forma que a direção oeste tenha maior ganho de calor, enquanto a direção leste tenha menor ganho de calor a depender da incidência solar ao longo do dia. Assim, tem-se uma quantidade maior de massa térmica e menos ventilação na parede oeste, e uma quantidade menor de massa térmica e mais ventilação na parede leste. As cavidades internas da parede são preenchidas com terra para atuar como massa térmica e com ar para isolamento. O projeto final resultou em 99 elementos individuais, montados em 5 dias no campus do Laboratório da IAAC em 2018 [25].

3.3 3D printed Cob

a) Características gerais: a *3D printed Cob* é uma pesquisa aplicada que explora uma técnica de construção baseada em subsolo extrudado roboticamente e fibras orgânicas locais. Essa técnica é uma tentativa de examinar a transição da construção vernacular para um processo viabilizado digitalmente. Em estudo realizado por pesquisadores [17] é avaliada a condutividade térmica de quatro amostras impressas em 3D e, posteriormente, o resultado é comparado com sete amostras que foram construídas usando técnicas manuais. As amostras impressas têm dimensões de 300×300×90 mm e as amostras construídas manualmente têm 300×300×70 mm. As amostras foram impressas na Universidade de Cardiff, Reino Unido, usando um robô Kuka KR60HA e um sistema de extrusão de material personalizado.

Cada amostra levou cerca de duas horas para ser produzida e foi projetada para representar uma solução diferente de isolamento térmico das paredes. A primeira foi projetada como uma parede sólida; a segunda como uma parede de camada dupla com um único espaço de ar contínuo; a terceira como uma parede de camada tripla com bolsas de ar; e a quarta foi projetada como uma parede de camada dupla com bolsões preenchidos com palha (Figura 6) [17].



Figura 6: Protótipo sólido, com fenda simples e enchimento de palha e com fenda dupla. Fonte: [17]

b) Material de impressão: mistura de subsolo (72-73 %), fibra (2 %) e água (25-26 %). O subsolo utilizado é composto de argila (21,5 %) e agregado/areia (79,5 %) [17].

c) Aspectos relacionados ao desempenho térmico: para avaliar o desempenho térmico do material foram realizados testes de condutividade térmica com um medidor de fluxo de calor. Os resultados mostram que as quatro amostras têm condutividade térmica aproximada (0.32,

0.37, 0.40, 0.48 W/mk), com 10% de diferença entre si. Porém, se observa que as cavidades nas três amostras afetam seu desempenho e proporcionam uma condutividade relativamente melhor em relação à sua densidade. Além disso, os resultados indicam que a combinação de cavidades de ar com a adição de palha melhora significativamente a condutividade em relação à sua densidade. Especificamente, a amostra com câmara de ar com preenchimento de palha apresentou uma melhoria de 15,0% na condutividade (0.32 W/mk) e um aumento de 8,0% na densidade em comparação com a amostra com câmara de ar sem palha. Em termos de condutividade absoluta, essa amostra apresentou o melhor resultado entre as amostras impressas devido à sua menor condutividade, independentemente da densidade. Embora as amostras impressas em 3D não tenham superado significativamente as amostras feitas à mão, os resultados da pesquisa sugerem que a impressão 3D pode ser utilizada sem comprometer o desempenho da construção, revelando mais oportunidades de pesquisa ao explorar os benefícios adicionais da fabricação robótica [17].

A partir dos 4 casos analisados nesta pesquisa, foi feita uma síntese analítica no Quadro 1 com as principais estratégias utilizadas para a melhoria do desempenho térmico das edificações.

Quadro 1: Síntese das principais estratégias para melhoria do desempenho térmico das pesquisas aplicadas

Pesquisa	Material de impressão	Estratégias
3D WASP	Solo (25%), palha de arroz (40%), casca de arroz (10%), cal hidráulica (10%) e muller	<ul style="list-style-type: none"> - Cavidades internas preenchidas com resíduos de arroz para isolamento térmico. - Cascas de arroz usadas para revestimento interno e como camada de isolamento na parte superior da cobertura. - Cobertura com beiral para proteger da radiação solar direta.
TerraPerforma	Solo (96%) e aditivos (4%)	<ul style="list-style-type: none"> - Morfologia complexa da superfície externa projetada para auto-sombreamento. - Módulos projetados para incorporar vários tipos de aberturas: microaberturas e janelas. - Microperfurações que direcionam o fluxo de ar.
Digital Adobe		<ul style="list-style-type: none"> - Parede ventilada com aberturas operáveis. - Geometria externa com saliências para auto-sombreamento. - Cavidades internas da parede preenchidas com terra para massa térmica e com ar para isolamento térmico.
3D Printed Cob	Subsolo (72-73 %), fibra (2 %) e água (25-26 %)	<ul style="list-style-type: none"> - Paredes com cavidades de ar e adição de palha - melhor condutividade em relação à densidade

Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

A análise das pesquisas aplicadas levantadas neste estudo indica que a manufatura aditiva com materiais a base de solo e argila tem potencial de reintroduzir materiais tradicionais no design contemporâneo, podendo atender às demandas atuais de sustentabilidade, eficiência energética e custo na construção, com maior precisão e qualidade da superfície, o que muitas vezes não é possível com as técnicas tradicionais.

Com relação ao desempenho térmico, observou-se que, de modo geral, as pesquisas aplicadas que foram analisadas neste estudo aproveitam as propriedades naturais do solo, que tem como uma das principais vantagens o isolamento térmico. No entanto, utilizam diferentes estratégias projetuais e construtivas para melhorar o desempenho térmico das vedações através da tecnologia de impressão 3D, como: o preenchimento das cavidades internas com materiais como resíduos de arroz, terra ou palha (3D WASP, Digital Adobe e 3D Printed Cob); Uso do

design paramétrico e da fabricação digital para criar morfologias complexas de auto-sombreadas (TerraPerforma e Digital Adobe); Sistemas de parede ventilada com aberturas operáveis (Digital Adobe), dentre outras estratégias.

Assim, este estudo evidencia o potencial de soluções que podem ser exploradas com a Manufatura Aditiva para melhorar o desempenho térmico de edificações feitas em impressão 3D com o uso de materiais à base de solo e argila, adaptando de forma personalizada e otimizada os elementos construtivos às necessidades locais.

Agradecimentos

Agradecemos a bolsa de pós-doutorado concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (168166/2022-4) a um dos autores desta pesquisa.

Referências

- [1] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global energy & CO2 status report**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [2] AL-OBAIDI, K. M. *et al.* Biomimetic building skins: An adaptive approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 79, p. 1472–1491, 2017.
- [3] ALHUMAYANI, H. *et al.* Environmental assessment of large-scale 3D printing in construction: A comparative study between cob and concrete. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 270, p. 122463, 2020.
- [4] WENG, Y. *et al.* Comparative economic, environmental and productivity assessment of a concrete bathroom unit fabricated through 3D printing and a precast approach. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 261, p. 121245, 2020.
- [5] PESSOA, S. *et al.* 3D printing in the construction industry - A systematic review of the thermal performance in buildings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 141, p. 110794, 2021.
- [6] COSTA, F. N.; RIBEIRO, D. V. Reduction in CO2 emissions during production of cement, with partial replacement of traditional raw materials by civil construction waste (CCW). **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 276, p. 123302, 2020.
- [7] AKMAN, A.; SADHU, A. Recent Development of 3D-Printing Technology in Construction Engineering. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, [s. l.], v. 29, n. 1, 2024.
- [8] FIGLIOLA, A.; BATTISTI, A. **Post-industrial Robotics**. Singapore: Springer Singapore, 2021.
- [9] TEIXEIRA, J. *et al.* A road map to find in 3D printing a new design plasticity for construction – The state of art. **Frontiers of Architectural Research**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 337–360, 2023.

- [10] NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [11] PATRICIO-KARNOPP, Z. M. **O processo ético e estético de pesquisar: um movimento qualitativo transformando conhecimentos e a qualidade da vida individual-coletiva**. Florianópolis: Núcleo de Estudos das Águas/UFSC/CNPq, 2004.
- [12] BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1991.
- [13] EL-MAHDY, D.; GABR, H. S.; ABDELMOHSEN, S. SaltBlock as a 3D printed sustainable construction material in hot arid climates. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 43, p. 103134, 2021.
- [14] KONTOVOURKIS, O.; TRYFONOS, G. Robotic 3D clay printing of prefabricated non-conventional wall components based on a parametric-integrated design. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 110, p. 103005, 2020.
- [15] PERROT, A.; RANGEARD, D.; COURTEILLE, E. 3D printing of earth-based materials: Processing aspects. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 172, p. 670–676, 2018.
- [16] LIBRELOTTO, L. I. *et al.* The use of non-conventional materials in temporary shelters: A case study of the Kutupalong-Balukhali camp and the Potential of 3D printing. *In:* , 2023, João Pessoa. **19th NOCMAT -- International Conference on Non-Conventional Materials - Contributing to Mitigate Climate**. João Pessoa: [s. n.], 2023. p. 566–577.
- [17] GOMAA, M. *et al.* Thermal performance exploration of 3D printed cob. **Architectural Science Review**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 230–237, 2019.
- [18] WASP. **DeltaWASP Crane**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://deltawasp.com.au/shop/deltawasp-crane/>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [19] VALENTE, M.; SIBAI, A.; SAMBUCCI, M. Extrusion-Based Additive Manufacturing of Concrete Products: Revolutionizing and Remodeling the Construction Industry. **Journal of Composites Science**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 88, 2019.
- [20] SOOD, G. **Gaia is the World's First 3D Printed Mud House**. [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.homecrux.com/gaia-is-the-worlds-first-3d-printed-mud-house/110107/#google_vignette. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [21] JORDAHN, S. **3D-printed Gaia house is made from biodegradable materials**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.dezeen.com/2019/02/27/gaia-wasp-3d-printed-house-biodegradable-video/>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [22] IAAC. **PYLOS**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://iaac.net/project/Pylos/>. Acesso em: 20 fev. 2024 b.
- [23] LOPES, G. T. F. **Exploração das possibilidades da impressão 3D na construção**. 2016. Mestrado em Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [s. l.], 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/143393036.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- [24] VALENCIA, N. **Pylos: a impressora 3D que imprime com terra**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/776401/pylos-a-impressora-3d-que-imprime-com-terra>. Acesso em: 20 fev. 2024.

[25] IAAC. **Digital Adobe**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://iaac.net/project/digital-adobe/>. Acesso em: 20 fev. 2024 a.

[26] IAAC. **TerraPerforma – OTF 2016/2017**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://iaac.net/project/terraperforma/>. Acesso em: 20 fev. 2024 c.

[27] DUBOR, A.; CABAY, E.; CHRONIS, A. Energy Efficient Design for 3D Printed Earth Architecture. *In*: HUMANIZING DIGITAL REALITY. Singapore: Springer Singapore, 2018. p. 383–393.

Projeto Casa do Turista de Alfredo Chaves - A arquitetura conectando lugares

Alfredo Chaves Tourist House Project - Architecture connecting places

Felipe Marchiori Sezini, Arquiteto e Urbanista, Faculdade Pitágoras de Guarapari

felipe.sezini@hotmail.com

Fabrcia Delfino Rembiski, Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo

frembiski@gmail.com

Resumo

O turismo é um importante vetor para o desenvolvimento sustentável local. O município de Alfredo Chaves (Espírito Santo) possui diversos atrativos naturais e turísticos, atraindo turistas de várias partes do Brasil e do mundo. No entanto, os serviços de suporte e informação aos turistas são escassos. Diante disso, este artigo teve como objetivo desenvolver, em nível de anteprojeto, um Centro de Apoio e Vivência ao Turista, propondo um espaço para atendimento as necessidade dos turistas. Para isso, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, pesquisa documental e diagnóstico da área de projeto. Como contribuição, verifica-se que os Centros de Atendimento ao Turista são equipamentos urbanos essenciais para promover conexões significativas entre o lugar, a cultura local e o turista.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Turismo; Centro de Apoio ao Turista

Abstract

Tourism is an important vector for local sustainable development. The municipality of Alfredo Chaves (Espírito Santo) has several natural and tourist attractions, attracting tourists from various parts of Brazil and the world. However, support and information services for tourists are scarce. Given this, this article aimed to develop, at a preliminary project level, a Tourist Support and Experience Center, proposing a space to meet the needs of tourists. To achieve this, the following methodological procedures were adopted: bibliographical research, field research, documentary research and diagnosis of the project area. As a contribution, it appears that Tourist Service Centers are essential urban equipment to promote meaningful connections between the place, local culture and tourists.

Keywords: Sustainable development; Tourism; Tourist Support Center

1. Introdução

O turismo é o conjunto de atividades realizadas por pessoas durante viagens ou estadias em lugares distintos de seu domicílio, por um período inferior a um ano. A atividade turística é uma atividade sazonal, pautada no consumo das paisagens naturais e artificiais [1]. Para que estas atividades ocorram, seja por fins de lazer, negócios ou religioso, é necessário o alinhamento entre a oferta de serviços e a demanda. A inserção de uma atividade turística influencia o desenvolvimento econômico, social e ambiental do local. Além disso, os efeitos gerados para a economia são benéficos para a comunidade, o estado e o país, incentivando os atores envolvidos na busca do desenvolvimento turístico local [2].

A informação é um dos elementos essenciais para o turismo, pois é através dela que o turista estabelece seu primeiro contato com o destino, seja por meio de plataformas digitais, Centros de Apoio ou Casas do Turista. Sem a informação o turismo não se realiza e o lugar de destino será apenas um espaço desconhecido. Por isso, é importante a função de praças receptoras de turistas desempenhada pelos Centros de Apoio, que podem ser classificados em [3]:

- Distribuição: localizado no aglomerado urbano, serve como ponto de apoio para a visitação dos atrativos turísticos, durante o dia, em seu raio de influência;
- Estadia: explora um único atrativo, como ocorre nas regiões litorâneas e de montanhas, onde os turistas permanecem por temporada;
- Excursão: recebe turistas de outros centros, por um período inferior a 24 horas, e
- Escala: ocorre quando há uma conexão com a rede de transportes e etapas intermediárias nos percursos de longas distâncias.

Neste contexto, o município de Alfredo Chaves (Espírito Santo, Brasil) possui um grande potencial turístico pelos seus atrativos, atraindo visitantes do Brasil e do mundo. Apesar das deficiências no atendimento ao turista, especialmente em termos de suporte e informações, é evidente que o turismo desempenha um papel crucial no desenvolvimento local.

Entretanto, devido à falta de sinalização e de postos de informações operantes nos finais de semana e feriados, os turistas se veem obrigados a solicitar repetidamente orientações para acessar os pontos turísticos de Alfredo Chaves. Além disso, os acessos viários locais recebem pouco investimento e manutenção do poder público. A maioria está em mau estado de conservação, devido ao excesso de poeira, de buracos ou de lama.

Assim, a existência de um equipamento urbano que integre informação, vivência, cultura e gastronomia para acolher os turistas pode impulsionar a cidade em direção a um futuro embasado no desenvolvimento sustentável. Diante da escassez de suporte aos turistas que frequentam Alfredo Chaves, reconhecida como a capital do turismo de aventura do Espírito Santo, este trabalho teve como objetivo desenvolver, em nível de anteprojeto, um Centro de Apoio e Vivência do Turismo. Esta iniciativa visa não apenas atender às necessidades dos turistas, mas também promover o desenvolvimento das atividades turísticas na comunidade.

2. Contextualização do local do projeto

O município de Alfredo Chaves, situado no Estado do Espírito Santo, encontra-se a 89 km de distância da capital Vitória e possui uma área de 615,67km² divididos em sete distritos, que totalizam uma área urbanizada de 2,35km². No último Censo [4], a população residente era de 13.836 pessoas e a densidade demográfica de 22,47 hab./km².

Alfredo Chaves possui uma área de 20.216ha de cobertura vegetal, que representa 32,83% de mata atlântica original [5]. O relevo montanhoso está a 16 m do nível do mar e apresenta 83% de área em declive (30% - 100%) [6]. A topografia variada revela: (a) picos - Pico do Tamanco (1.050 m); (b) serras - Pão doce, Batatal, Richmond, Boa Vista (940 m) e (c) vales - Santa Maria Madalena e Cachoeira Alta [7].

Este município possui mais de 50 atrativos turísticos, entre vales, cachoeiras e igrejas, distribuídas em 3 rotas turísticas: Caminho das Águas, Vale da Aventura e Sete Maravilhas. Dentre as mais de 16 cachoeiras, a Cachoeira Engenheiro Reeve, localizada em Matilde, destaca-se com uma queda livre de 70 m, sendo a maior do Estado [7].

Alfredo Chaves diferencia-se pelo turismo de aventura, atraindo tanto indivíduos quanto grupos em busca de emoção e maior proximidade com a natureza. No município existem várias atividades do turismo de aventura: arborismo, caminhada, canoísmo e cachoeirismo, cicloturismo, escalada, rapel, rafting, tirolesa, paraquedismo, voo livre, canoagem e [8].

3. Referenciais Projetuais

Para embasar o desenvolvimento desse projeto foram selecionados três referenciais projetuais para análise: a Casa do Turista (RS), a Casa do Turista de Pedra Azul (ES) e o Centro de Apoio ao Turista de Nortelândia (MT). Para isso, foi estruturado um roteiro [9] de análise que avaliou os seguintes aspectos: programa, estilo, concepção, iluminação, cobertura, materiais, volumetria, funcionalidade e outros.

A Casa do Turista de Torres localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Sul (Figura 1) e possui um projeto e programa simples. O partido e o projeto adotaram características sustentáveis, por meio da utilização de madeira de reflorestamento na sua estrutura, assim como rochas ornamentais da região. O projeto foi desenvolvido em 2007 e funciona como um ponto de informações exclusivo ao atendimento do turista.

A Casa do Turista de Pedra Azul situa-se em Domingos Martins, foi inaugurada em 2014 e é considerada uma referência de serviço no Espírito Santo (Figura 2). A edificação de dois pavimentos possui recepção, administração, loja, café, copa/cozinha, salas de apoio e banheiros, voltados para o acolhimento ao turista. A Casa dispõe de roteiros das atrações turísticas da região acessados por aplicativo de celular ou folhetos impressos.

O Centro de Apoio ao Turista de Nortelândia (Figura 3), no interior de Mato Grosso, apresenta um programa de necessidades extenso e está em construção. Além do serviço de atendimento, o Centro de Apoio disponibiliza um espaço de vivência e uma praça de alimentação para os turistas, visto que a região não possui o suporte de restaurantes, centros de convenções e outros estabelecimentos comerciais.



Figura 1: Casa do Turista (RS).
Fonte: Lithos (2019)



Figura 2: Casa do Turista (ES).
Fonte: elaborado pelos autores



Figura 3: Casa de Apoio (MS).
Fonte: Nortelândia (2019)

No comparativo dos referenciais projetuais verificou-se a importância de sua caracterização funcional. As Casas do Turista de Pedra Azul e de Torres, possuem menor porte e são voltadas somente para o atendimento ao turista. Ambas estão em uma região onde o turismo já está consolidado e contam com suporte de empreendimentos em seu entorno.

4. O Projeto

4.1. Condicionantes locais

Para realização do diagnóstico do terreno e do entorno foram levantados diferentes condicionantes físicos, locais e legais [9]. O terreno do projeto possui uma área de 2.237,23m² e se encontra em uma região de expansão urbana com topografia plana (Figura 4). Situa-se em um loteamento privado no início do perímetro urbano do município.

Em relação aos condicionantes físicos, a paisagem urbana manifesta-se através de arreamento asfaltado, com alinhamento retilíneo, delimitado por canteiro, ciclovia e calçada. A Rod. Lauro Ferreira Pinto (ES-146) possui uma pista de mão dupla com faixa de acostamento, porém não possui estacionamento. As edificações do entorno são majoritariamente do tipo comercial e o terreno possui vista para Pedra do Gururu (Figura 5).



Figura 4: Terreno do projeto. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 5: Vista da Pedra do Gururu. Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos condicionantes locais, verificou-se que o entorno possui uma infraestrutura urbana básica (água, esgoto, limpeza urbana e iluminação pública) e as vias possuem pavimentação asfáltica. O terreno está próximo a vários equipamentos urbanos, como creche, unidade básica de saúde e Centro de Referência de Assistência Social (CRAS).

Em outubro de 2019, na realização do projeto, não existia um zoneamento com os índices específicos para a área. Assim, para este projeto foi considerado o uso institucional setorial, na categoria de posto de atendimento de serviços públicos. Quanto aos índices urbanísticos, foram adotados os propostos na Lei nº 205 [10] que dispõe sobre o uso e ocupação do solo de Alfredo Chaves: coeficiente de aproveitamento - 1,5; taxa de ocupação - 50%; taxa de permeabilidade - 15% e vagas de estacionamento - uma para cada 50m² construído.

No Plano Diretor do Município de Alfredo Chaves [10], o terreno encontra-se na macrozona de expansão urbana. Até abril de 2024, o Zoneamento de Especial Interesse não havia sido promulgado, visto que o PDM [10] menciona que deverá ser elaborada uma lei específica para esta zona, que contemple os parâmetros urbanísticos. No entanto, o PDM[10] institui que todo município é considerado Zona Especial de Interesse Turístico (ZEIT).

4.2. Condicionantes locais

Um Centro de Apoio ao Turista possui diversas funções e serviços conforme seu objetivo, forma de gestão, estrutura física e região na qual está inserido. O marketing, o acesso, o aprimoramento, a informação, o controle, a filtragem e a substituição são funções de um Centro de Informações Turísticas [11-12]. Embasado nestes conceitos, foram definidas as seguintes

funções do Centro de Apoio e Vivência do Turista de Alfredo Chaves: fornecer informações turísticas; promover a arte, cultura e gastronomia local; motivar a vivência entre pessoas e fomentar a prática de esportes/atividades radicais e de aventura. Já os serviços, apresentam-se da seguinte forma: reserva de hospedagem, eventos e guia turístico; sugestões de atrativos turísticos e disponibilização de *wi-fi*, banheiros e praça de alimentação.

O partido e o conceito para o desenvolvimento do projeto foram baseados na cobertura em formato de asa-delta. A busca por elementos simbólicos, de potencialidade e identidade da região, foram a inspiração para a criação da forma arquitetônica. A proposta visou proporcionar uma fácil identificação da edificação por meio de seu formato. Aspecto de suma importância, visto se tratar de uma edificação para turistas e excursionistas.

O município de Alfredo Chaves é uma referência nacional para a prática de voo livre, sediando eventos e campeonatos com atletas de todo o país. No município são praticadas diversas modalidades de voo livre, inclusive possui uma escola de parapente e asa-delta. Trazer esse destaque do esporte radical como elemento arquitetônico é uma forma de reforçar a cultura local, que justifica a adoção da asa-delta no partido do projeto.

A implantação do Centro ocorre pela integração de quatro blocos ligados por um espaço comum, tanto no eixo transversal (galeria), quanto no eixo paralelo (circulação). A organização espacial acontece em forma de malha (Figura 6). O volume pode ser notado através de quatro blocos em paralelo (Figura 7), formando espaços de circulações cruzadas. A dureza da forma dos blocos, delega o movimento para a cobertura invertida, disposta nos quatro blocos que convergem para o centro.

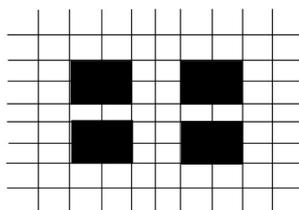


Figura 6: Organização especial. Fonte: elaborado pelos autores.

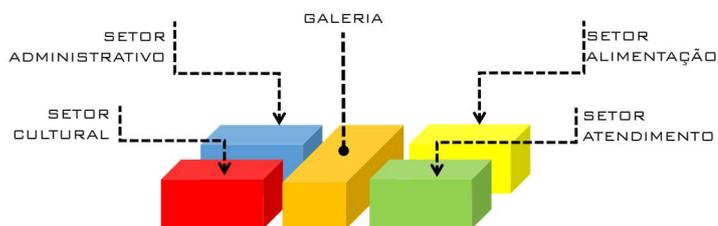


Figura 7: Setorização. Fonte: elaborado pelos autores.

O projeto contemplou o uso de materiais contemporâneos como o vidro e o aço, sem deixar a rusticidade, que foi incorporada com o uso do revestimento em tijolo aparente (Figuras 8, 9 e 10). A cobertura ganhou destaque por meio do beiral em concreto e tabeira branca, que contorna o perímetro da edificação. As esquadrias do tipo fita foram utilizadas em todos os blocos, exceto no bloco de eventos, que possui uma pele de vidro nas fachadas.

A fachada principal (Figura 8) foi recuada para contemplar uma área de desembarque, possibilitando um melhor conforto para manobras e o acesso de veículos (ônibus). Já na fachada posterior, foi implantado um estacionamento para carros, vans, motos e bicicletas. A área do playground dispõe de escalada indoor e arvorismo, que visam a interação com o público jovem, característico da demanda local. Também dispõe de balanços, parquinho e mobiliário urbano, para vivência e a integração dos usuários do Centro.

A fachada norte (Figura 9) foi pensada visando o conforto e o relacionamento entre os usuários, através da criação de uma varanda com pergolado. Sendo a fachada de maior incidência solar durante o dia, foram projetados brises solares de madeira, que se conectam ao pergolado. Além disso, foi adotado um design vazado no mesmo formato da identidade visual, garantindo a ventilação e iluminação natural.



Figura 8: Vista principal. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 9: Vista posterior. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 10: Playground. Fonte: elaborado pelos autores.

O programa de necessidades da Casa do Turista de Alfredo Chaves possui 25 ambientes, com uma área útil de aproximadamente 600m² (Figura 11) e uma área de estacionamento de 328m². O pátio para atividades externas possui aproximadamente 383m², além de uma área externa virada para o estacionamento, pátio de atividades radicais e um playground.

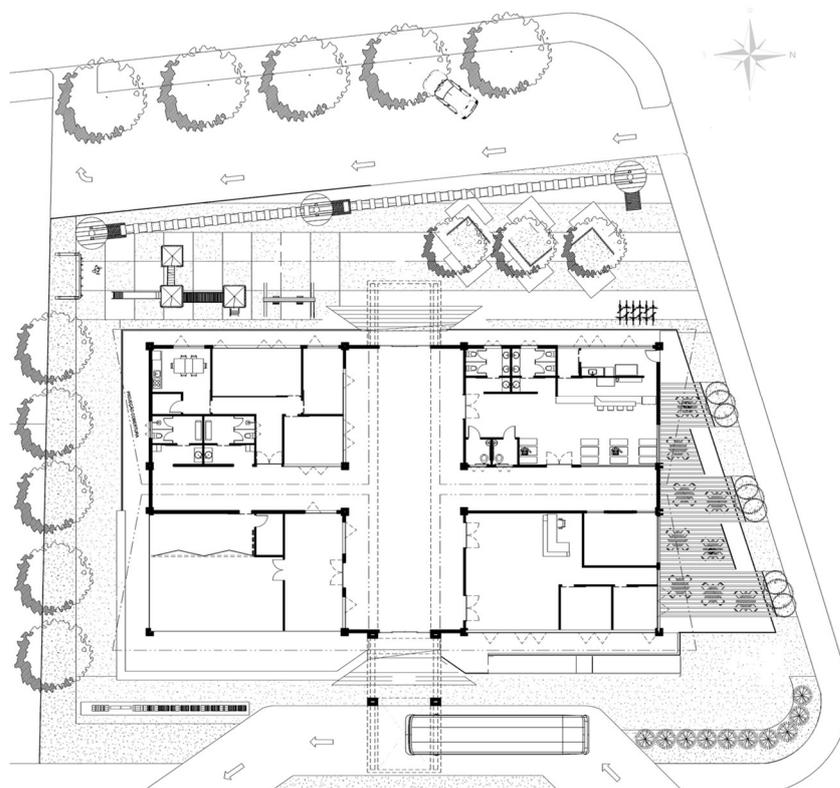


Figura 11: Implantação. Fonte: elaborado pelos autores.

O projeto está dividido em quatro alas: setor de atendimento, de eventos, administrativo e de alimentação. O acesso principal e o fluxo dos usuários para as áreas ocorrem por meio de uma galeria de exposições. Nela, os usuários poderão conhecer o município, através de mapas, anúncios, divulgação de eventos e pontos turísticos (Figura 12). A recepção está interligada ao lounge, que conta com computadores para suporte aos usuários. Uma sala de arquivo, uma sala para atendimento e um souvenir completam a ala administrativa.

O setor cultural possui um salão multiuso que funciona como apoio para eventos, reuniões e palestras. Possui mobilidade no layout, com sala de apoio e sala que se torna independente para alocação dos assentos e mesas (Figura 13). O setor ainda dispõe de um espaço estar no salão multiuso e um pequeno museu, para expor peças sobre a história do município.

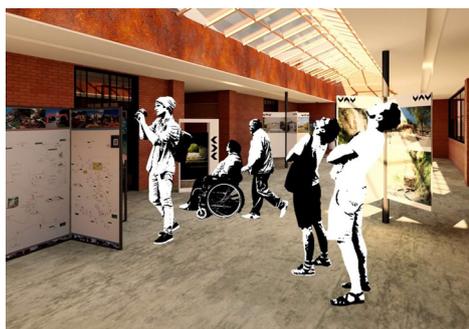


Figura 12: Galeria. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 13: Salão multiuso. Fonte: elaborado pelos autores.

O setor administrativo conta com uma sala de apoio ao voo livre da região, além de sala administrativa, escritório, depósito de materiais de limpeza e copa/cozinha restritos aos funcionários. Já os vestiários acessíveis e lavabos, anexo ao setor, são abertos ao público.

Para melhor comodidade do turista ou frequentador foi pensado um espaço para alimentação e café. O setor alimentício contempla: praça de alimentação, cozinha, depósito, caixa, sanitários e lavabos acessíveis. O setor encontra-se interligado à galeria e à praça de alimentação externa.

Por último, foi pensada a criação de uma logomarca para o projeto (Figura 14). Através da releitura das letras V e A (vivência e aventura), os três elementos em forma de setas representam o movimento e a radicalidade da capital capixaba do turismo de aventura nas cores preto e verde. Inspiram-se nas asas-deltas que circulam pelo céu e transmitem a contraposição do telhado invertido, característicos do projeto.



Figura 14: Esquema de criação da identidade visual. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Considerações Finais

O turismo é um importante vetor para o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Isso pode ser verificado a partir da ampliação das ações, em nível Nacional, Estadual e Municipal, visando a divulgação e o desenvolvimento do turismo sustentável e da economia criativa. Casos similares ao estágio atual do setor de turismo em Alfredo Chaves já ocorreram em outros municípios brasileiros.

A partir da pesquisa de campo, na fase de diagnóstico do projeto, foi possível verificar a importância do turismo para sociedade, sobretudo para as comunidades em áreas rurais, onde este setor possibilita a geração de renda e o desenvolvimento local através do agroturismo. A partir do referencial teórico elaborado e da pesquisa de campo realizada, constatou-se que Alfredo Chaves possui um grande potencial turístico no segmento de aventura. Por isso, a implantação do projeto deste artigo, pela Prefeitura Municipal, poderia ser uma forma de acelerar esse desenvolvimento.

O projeto Casa do Turista de Alfredo Chaves passou por diversas etapas até a sua concepção formal e volumétrica. A concepção final atingiu resultados satisfatórios, obtidos a partir de um conjunto de diretrizes e conceitos que nortearam todo projeto.

Referências

- [1] SOUZA, L. S. **O turismo rural**: instrumento para desenvolvimento sustentável. 2006. Disponível em: <<http://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/194/index.htm>>. Acesso em 16 de maio de 2019.
- [2] SOUZA, M.de; DOLCI, T.S. **Turismo rural**: fundamentos e reflexões. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2019.
- [3] ANDRADE, J.V. **Turismo**: fundamentos e dimensões. São Paulo: Ática, 1995.
- [4] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População de Alfredo Chaves. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/alfredo-chaves/panorama>>. Acesso em 03 mar.2024.
- [5] ESPÍRITO SANTO. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. PROATER 2020 - 2023. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Alfredo_Chaves.pdf. Acesso em 03 mar.2024.
- [6] ALFREDO CHAVES, Dados gerais, 2015. Disponível em: <<http://www.alfredochaves.es.gov.br/detalhe-da-materia/info/dados-gerais/6504>>. Acesso em 14 jun.2019.
- [7] RANGEL, C. Descubra as 7 maravilhas de Alfredo Chaves, 2017. Disponível em: <<http://www.alfredochaves.es.gov.br/detalhe-da-materia/info/descubra-as-7-maravilhas-de-alfredo-chaves/79586>> . Acesso em: 02 de nov. de 2019.
- [8] ESPÍRITO SANTO, Sebrae. **Manual de atendimento ao turista**: Rota da Costa e da Imigração. Espírito Santo, 2015.
- [9] ODEBRECHT, S. **Projeto Arquitetônico**: conteúdos técnicos básicos. 2 ed. Blumenau: Edifurb, 2014.
- [10] ALFREDO CHAEVS. Lei complementar Nº 004/2007. Institui o Plano Diretor do Município de Alfredo Chaves e dá outras providências. Disponível em: <https://www.alfredochaves.es.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Lei_Complementar_4_2007?cdLocal=5&arquivo=%7B5D345AE3-5D1B-D8EA-8125-177D7CD6BADD%7D.pdf>. Acesso em: 02 de jul. de 2019.
- [11] MOSCARDO, G. Interpretation and sustainable tourism: functions, examples and principles. **Journal of Tourism Studies**, v. 9, n. 2, p. 13-28, 1998.
- [12] PEARCE, P. L.; STRINGER, P. F. Psychology and tourism. **Annals of Tourism Research**, v. 18, 1, 1991, p. 136-154. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016073839190044C>>. Acesso em: 02 de nov. de 2019.

Áreas Verdes de Lazer: levantamentos, potencialidades e desafios na área central de Florianópolis.

Green Leisure Areas: surveys, potentials, and challenges in the central area of Florianópolis.

Amanda Cristina Padova, mestranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina

padova.amanda@gmail.com

Jucelio Dall’Agnol, graduando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina

juceliiodallagnol64@gmail.com

Resumo

Apesar de diversos estudos confirmarem os benefícios das áreas verdes na melhoria da qualidade de vida, sua efetiva integração no planejamento urbano ainda enfrenta obstáculos, devido à priorização de outras questões urbanas consideradas mais prementes. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo realizar um levantamento das Áreas Verdes de Lazer (AVLs) na área central de Florianópolis por meio de georreferenciamento, visando identificar sua situação atual, bem como suas potencialidades e fragilidades, especialmente direcionado ao uso. Destaca-se a necessidade de integrar essas áreas para promover maior interação entre indivíduos-meio ambiente e condicionar uma nova dinâmica socioespacial na área estudada.

Palavras-chave: AVLs; planejamento urbano; potencial de uso.

Abstract

Although several studies confirm the benefits of green areas in improving the quality of life, their effective integration into urban planning still faces obstacles, due to the prioritization of other urban issues considered more pressing. In this context, this study objective is to conduct a survey of the Green Leisure Areas (GLAs) in the central area of Florianópolis by means of georeferencing, aiming to identify their current situation, as well as their potentialities and weaknesses, especially aimed at the use. It highlights the need to integrate these areas to promote greater interaction between individuals-environment and condition a new socio-spatial dynamics in the area studied.

Keywords: GLAs; urban planning; potential use.

1. Introdução

O atual modelo de planejamento urbano, embora inclua considerações pertinentes para uma cidade mais justa e inclusiva, ainda deixa muito a desejar. As áreas verdes, espaços públicos e de lazer, que deveriam promover um contato mais próximo com a natureza, são frequentemente relegados a segundo plano em favor do "progresso", conforme determinado por diretrizes de zoneamento e outras legislações. Historicamente, o meio ambiente tem sido visto como um obstáculo ao desenvolvimento e à industrialização, limitando a relação entre seres humanos e natureza. Desse modo, Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, é uma cidade que teve na sua história de urbanização, uma distribuição desequilibrada e fragmentada de AVLs [1]. Além disso, esta pesquisa se insere na temática por tratar sobre uma cidade que mesmo com um grande potencial ambiental e paisagístico (42% do território enquadrado como Área de Preservação Permanente) [2], identifica-se a existência de regiões extremamente adensadas, onde as áreas verdes são totalmente dispersas no tecido urbano, limitando as possíveis relações sócio-ambientais. Nota-se ainda, que os atores envolvidos no planejamento da cidade, muitas vezes tendem a sucumbir às aspirações individuais, sem priorizar os interesses coletivos da população. De modo geral, o objetivo principal deste trabalho é o mapeamento das Áreas Verdes de Lazer na região central de Florianópolis, assim como identificar seu potencial de utilização, a situação que se encontram e a importância da incorporação da natureza e dos sistemas naturais no planejamento urbano das cidades, como elemento estruturante das áreas urbanas e da qualidade de vida dos cidadãos, além de trazer a reflexão do contexto territorial através de uma rede de possíveis vínculos sociais, ambientais, culturais e de preservação [3].

A região central de Florianópolis (Figura 1) foi selecionada como área de estudo desta pesquisa devido à sua estreita associação com os estágios iniciais de ocupação urbana da cidade. Esta escolha também é fundamentada nas relações intrínsecas entre elementos naturais (neste caso, o mar), e o modo de vida das comunidades pioneiras [4]. Ademais, é digno de nota que a região central é distintivamente marcada pela incorporação de significativas intervenções urbanas concebidas com o propósito explícito de fomentar o avanço e o desenvolvimento da Ilha. Estas intervenções incluíram processos de aterramento nas baías ao Norte e ao Sul, bem como a modificação do curso natural de corpos d'água por meio de canalizações, sendo um exemplo contrastante a metamorfose realizada pela ação humana no leito original do Rio da Bulha, agora ocupado pela Avenida Hercílio Luz.

Do progresso retido na priorização do automóvel e da construção civil frente às relações socioespaciais que existiam na área, hoje, os cidadãos convivem com as mazelas de uma cidade que não consegue sequer mitigar efetivamente seus problemas urbanos (principalmente relacionados à mobilidade). A maioria destas obras foram realizadas através de captação da natureza existente, que ao sofrer processos tão invasivos, evidenciou a alteração radical na maneira como os sujeitos se relacionam com o território em que vivem.



Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: Os autores.

A escolha da área central insular da cidade também foi feita pela observação da alta densidade populacional, em contrapartida à baixa incidência de Áreas Verdes de Lazer e recreação, que através da monofuncionalidade comercial condicionada à parte central da cidade, deu espaço para a construção de prédios corporativos e estacionamentos. A Figura 2 permite comparar os mapas das áreas verdes, elaborado através do primeiro Plano Diretor da cidade, em 1954, e do zoneamento atual, com a vigência do novo Plano Diretor de 2023. Não considerou-se comparar o zoneamento do Plano Diretor de 1954 com o atual, pois o mesmo apresentava 5 tipos de zonas específicas (comercial, comercial-residencial, industrial, residencial nova e residencial já existente), sem englobar o mapa de áreas verdes, que foi apresentado de modo isolado.



Figura 2: Comparativo das áreas verdes de lazer entre o Plano Diretor atual (2023) e Primeiro Plano Diretor de Florianópolis (1954). Fontes: Primeira imagem (Geoportal - Prefeitura Municipal de Florianópolis). Segunda imagem (Souza; Sugai, 2016).

Percebe-se que, o planejamento urbano representado pelo Plano Diretor de 1954, mesmo sem sistematizar uma visão sistêmica das zonas com as áreas verdes, ainda demonstra uma certa intenção ao processo integrativo da natureza com o ambiente urbano das cidades. A determinação de áreas verdes no núcleo das unidades residenciais esboçava uma proposta de sistema integrado destes espaços com passagens para pedestres, formando conexões entre caminhos verdes lineares [5]. Já no Plano atual, nota-se que as maiores áreas verdes são direcionadas às Áreas de Preservação Permanente (APPs), enquanto as Áreas Verdes de Lazer

(AVLs), as quais possuem maior conformação com as dinâmicas sociais dos moradores da cidade, são poucas e desconexas. O estudo direcionou seu foco de investigação para a área central de Florianópolis, onde procedeu-se levantamentos sistemáticos a fim de identificar as Áreas Verdes de Lazer (AVLs) mais frequentemente utilizadas, enquanto simultaneamente destacou aquelas que recebiam acesso limitado ou esporádico. Esta abordagem permitiu a demarcação de áreas com maior viabilidade de utilização e elucidou questões problemáticas a serem tratadas, tais como a falta de integração entre as zonas designadas para recreação e a negligência dos administradores urbanos em relação às Áreas Verdes Locais (AVLs) que permanecem em estado de abandono, localizadas em regiões caracterizadas como "vazios urbanos".

2. Procedimentos Metodológicos

Como parte da metodologia adotada neste estudo, foram conduzidas etapas referentes a cada parte da pesquisa. A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica concisa dos conteúdos abordados, realizada através de extensivas pesquisas em bases de dados acadêmicos, como Google Scholar, Periódicos da CAPES, Scielo, entre outras, a fim de embasar os temas de interesse. A segunda etapa seguiu na realização de um levantamento das Áreas Verdes de Lazer (AVLs) na área central de Florianópolis para, posteriormente, identificar quais eram as mais frequentemente utilizadas e os motivos que tornavam essas áreas mais atrativas em comparação com outras da mesma região. O mapeamento das AVLs foi realizado com base no zoneamento vigente no Plano Diretor da cidade e por meio de georreferenciamento, resultando na identificação de 25 AVLs.

A terceira etapa caracterizou uma pesquisa de campo através de avaliação quanto à utilização das AVLs identificadas anteriormente por georreferenciamento. A pesquisa de campo durante três semanas (de 10 a 31 de julho de 2023), nas quais observou-se os usuários das Áreas Verdes de Lazer em diferentes horários do dia (das 8 horas até as 9 horas da manhã, das 13 horas até as 14 horas da tarde e 18 horas até as 19 horas da noite). A partir desta análise, foi registrada a quantidade de pessoas presentes em cada AVL para cada horário específico, desconsiderando transeuntes. Posteriormente, foi desenvolvida a quarta etapa da pesquisa, objetivando identificar quais eram as Áreas Verdes de Lazer mais propícias ao uso. Foi elaborada então uma metodologia de pontuação: para cada AVL, somaram-se a quantidade de pessoas catalogadas em cada horário. As AVLs que apresentavam a soma total de 20 ou mais usuários, receberiam 1 ponto. A facilidade de acesso e a presença de mobiliário urbano também foram considerados fatores que poderiam ou não propiciar maior potencial de utilização. Áreas Verdes de Lazer que estivessem localizadas em áreas de fácil acesso, sem limitações relacionadas à mobilidade e/ou espaço físico (estar entre vias ou muito próxima de fluxo rápido), somariam mais 1 ponto, assim como também somariam mais 1 ponto àquelas que apresentassem mobiliário urbano.

Por fim, a quinta e última etapa foi realizada através dos levantamentos dos dados anteriores, os quais foram tabulados para cada AVL, permitindo a elaboração de uma tabela com pontuações específicas para cada área. Após análise da pontuação, pode-se observar quais AVLs possuíam maior ou menor potencial de utilização. As AVLs que acumularam 2 ou 3 pontos foram consideradas com alto potencial de uso, enquanto aquelas que obtiveram 0 ou 1 ponto foram classificadas com baixo potencial de utilização. É importante destacar que algumas AVLs estavam localizadas em áreas privadas, impedindo sua análise neste estudo. Estas não foram elencadas no sistema de investigação e pontuação, apenas foram apresentadas no mapeamento para identificação. É imperativo ressaltar que a metodologia empregada pode

estar sujeita a erros, uma vez que a utilização dos espaços analisados não segue uma trajetória linear, sendo influenciada por variáveis dinâmicas tais como o horário e dia específico, condições climáticas vigentes, entre outras eventualidades. Consequentemente, os resultados obtidos na pesquisa podem carecer de precisão estatística, não conferindo-lhes validade científica substancial, e devem ser considerados tão somente como uma aproximação à temática em questão e embasamento primário.

3. As Áreas Verdes de Lazer no centro de Florianópolis.

As Áreas Verdes Livres (AVLs) ou Áreas Verdes de Lazer são espaços desprovidos de construções, caracterizadas pela predominância de vegetação e destinadas à prática de atividade de lazer, recreação, descanso, entre outras. Sua distribuição deve atender a toda a população, satisfazendo suas necessidades e desejos de lazer. Apesar das regulamentações existentes no Plano Diretor da cidade (Art. 57 e 58) [6], a má distribuição desses espaços é evidente tanto na região estudada quanto em outras localidades da cidade, indicando a falta de um planejamento urbano eficaz, que priorize a criação de espaços verdes públicos integrados ao tecido urbano.

O levantamento na área central insular de Florianópolis revelou a existência de 25 AVLs, com diferentes extensões, formas e tipologias. Algumas dessas áreas demonstram ter sido projetadas para proporcionar lazer, descontração e descanso aos usuários, enquanto outras refletem a falta de comprometimento dos gestores municipais na construção e manutenção desses espaços. Além disso, foram identificadas AVLs localizadas em áreas privadas, evidenciando que o modelo de desenvolvimento do zoneamento urbano muitas vezes não promove o direito à cidade e o acesso da população a áreas que estimulem as interações sociais, culturais e o contato com a natureza. A Figura 3 abaixo ilustra o levantamento realizado, que possibilitou a identificação e demarcação do respectivo endereço das AVLs da área central da cidade.

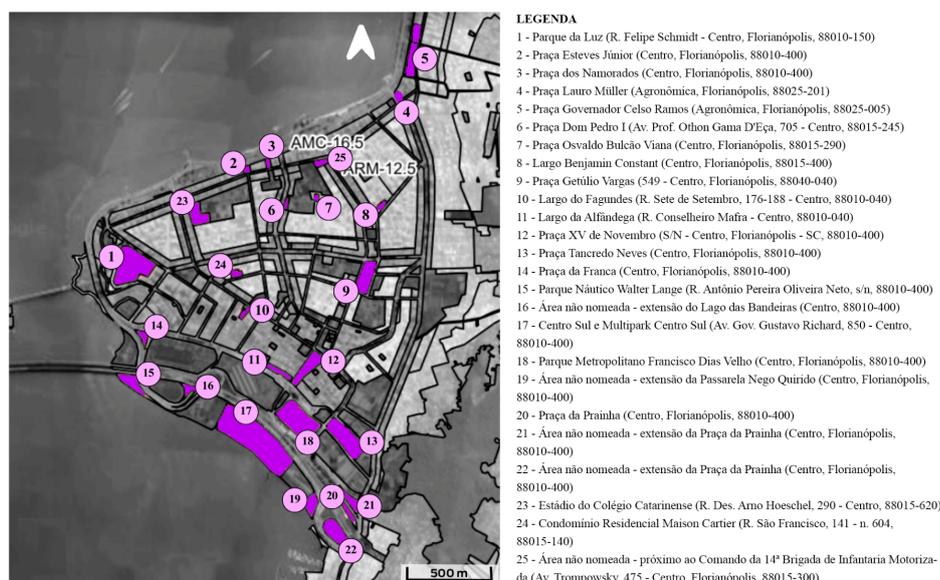


Figura 3: Localização das Áreas Verdes de Lazer. Fonte: Geoportal - Prefeitura Municipal de Florianópolis, modificado pelos autores.

4. Aplicações e/ou Resultados

Para categorizar o potencial de utilização das AVLs, foram observados três parâmetros expostos anteriormente. Todas as áreas foram analisadas conforme os parâmetros citados, os quais possibilitaram caracterizar quais das AVLs são mais propícias a um potencial mais elevado de utilização. Através da metodologia, foi possível elaborar uma análise desenvolvida através de pontuação, explícita no Quadro 1 a seguir. É preciso retomar que a pontuação foi idealizada a partir de três critérios: total de usuários, facilidade de acesso e presença de mobiliário urbano. Um ponto seria dado a cada critério quando:

- A soma de usuários observados utilizando o espaço (sem ser apenas transeuntes), nos três horários analisados, fosse igual ou superior a 20 pessoas. Por exemplo: para a AVL correspondente ao Parque da Luz, foram catalogadas 11 pessoas entre as 8 e 9 horas da manhã, 9 pessoas entre as 13 e 14 horas da tarde e 4 pessoas entre as 18 e 19 horas, o somatório do total de usuários foi 24 (igual ou superior a 20, portanto para este critério, essa AVL recebeu um ponto).
- Há facilidade de acessar a área correspondente à AVL. Áreas Verdes de Lazer localizadas entre vias de fluxo rápido ou em áreas consideradas “inseguras”, devido a ausência de iluminação pública ou ao tipo de uso específico não obtiveram um ponto.
- Existência de mobiliário urbano em bom estado de uso (bancos, assentos, mesas, lixeiras, entre outros).

O Quadro 1 abaixo demonstra a pontuação obtida por cada AVL e posterior análise do potencial de uso. Áreas Verdes de Lazer demarcadas com a cor verde possuem alto potencial de uso e conseqüentemente, melhor infraestrutura e aptidão para receber eventos ou outras atividades recreativas e de lazer. AVLs demarcadas com a cor laranja representam áreas com baixo potencial de uso, as quais necessitam maior atenção e investimento de recursos para sua requalificação. As marcações em vermelho indicam AVLs que foram localizadas em áreas privadas e portanto, não foram analisadas conforme os parâmetros elencados.

ÁREA VERDE DE LAZER	PONTUAÇÃO				POTENCIAL DE USO
	TOTAL DE USUÁRIOS	FACILIDADE DE ACESSO	PRESEÇA DE MOBILIÁRIO URBANO	PONTUAÇÃO FINAL	
1.0 - Parque da Luz	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.1 - Praça Esteves Júnior	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.2 - Praça dos Namorados	0	1	1	2	Alto potencial de uso
1.3 - Praça Lauro Muller	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.4 - Praça Governador Celso Ramos	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.5 - Praça Dom Pedro I	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.6 - Praça Osvaldo Bulcão Viana	0	1	1	2	Alto potencial de uso
1.7 - Largo Benjamin Constant	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.8 - Praça Getúlio Vargas	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.9 - Largo do Fagundes	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.10 - Largo da Alfândega	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.11 - Praça XV de Novembro	1	1	1	3	Alto potencial de uso
1.12 - Praça Tancredo Neves	0	1	1	2	Alto potencial de uso
1.13 - Parque Metropolitan Francisco Dias Velho	0	1	1	2	Alto potencial de uso
2.0 - Praça da Franca	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.1 - Parque Náutico Walter Lange	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.2 - Área não nomeada - extensão do Lago das Bandeiras	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.3 - CentroSul e Multipark CentroSul	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.4 - Área não nomeada - extensão da Passarela Neco Quirido	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.5 - Praça da Prainha	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.6 - Área não nomeada - extensão da Praça da Prainha	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
2.7 - Área não nomeada - extensão da Praça da Prainha	0	0	0	0	Baixo potencial de uso
3.0 - Estádio do Colégio Catarinense			Área privada - não analisada		AVL não analisada
3.1 - Condomínio Residencial Maison Cartier			Área privada - não analisada		AVL não analisada
3.2 - Área não nomeada - próximo ao Comando da 14ª Brigada de Infantaria Motorizada			Área privada - não analisada		AVL não analisada

Legenda

-  Alto potencial de uso
-  Baixo potencial de uso
-  AVL não analisada

Quadro 1: Pontuação de cada AVL segundo os parâmetros estabelecidos e potencial de uso. Fonte: Os autores.

Observa-se que, dentre as 25 Áreas Verdes de Lazer identificadas, apenas 08 foram configuradas com um potencial de uso considerado baixo. Embora a maioria destas áreas demonstrem um potencial de uso elevado, constata-se a ausência de uma integração efetiva entre elas. Através da sistematização realizada no Quadro 1, onde cada cor identifica o potencial de uso para cada AVL específica, foi possível o desenvolvimento da Figura 4, a qual explicita diretamente o potencial de uso de cada Área Verde de Lazer da parte insular da região central de Florianópolis. As AVLs identificadas com a cor verde, tanto no mapa quanto na legenda da Figura 4, possuem um alto potencial de uso. Aquelas com a cor laranja foram identificadas como baixo potencial de uso e às com cor vermelho, não foram analisadas por estarem localizadas em áreas privadas.

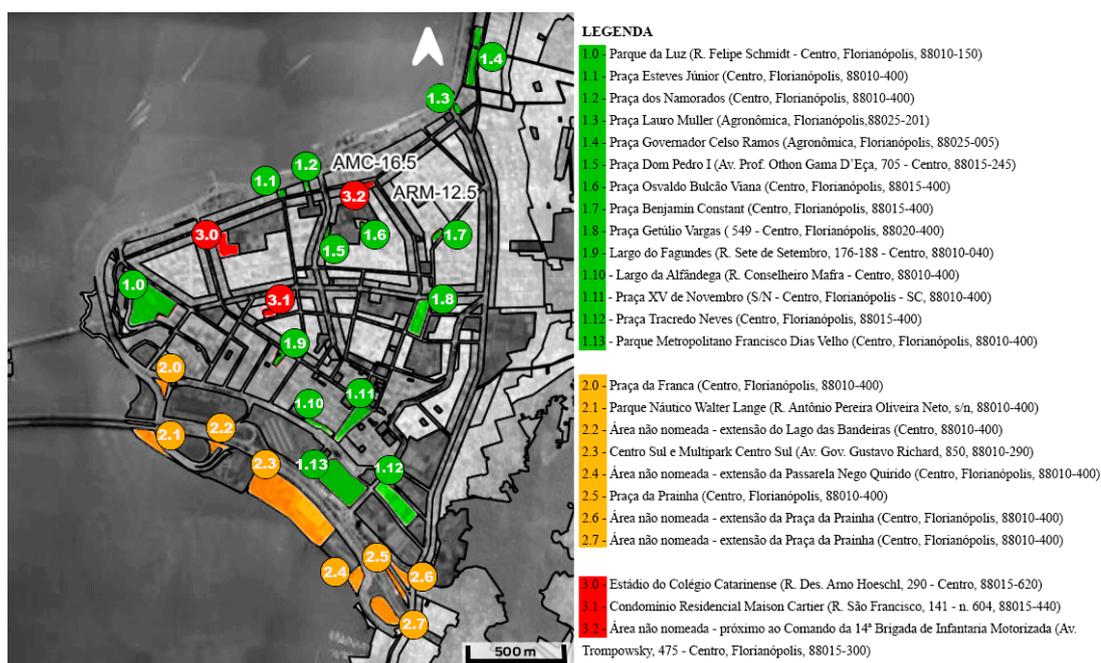


Figura 4: Localização das Áreas Verdes de Lazer, conforme potencial de utilização. Fonte: Geoportal - Prefeitura Municipal de Florianópolis, modificado pelos autores.

É perceptível que as AVLs que são ocupadas com maior intensidade são aquelas localizadas em espaços que já evidenciam fluxos contínuos de pessoas, além de ofertar mobiliário urbano para lazer e descanso, fator que possibilita a permanência dos usuários nos espaços. A situação das Áreas Verdes de Lazer com baixa utilização indica a inexistência de um projeto que realmente contemple o usuário e a própria natureza. A localização destas AVLs evidencia que o acesso e permanência dos cidadãos são tópicos que sequer são pensados na composição destas áreas, seja através do zoneamento ou do próprio planejamento urbano. Também foi observado que as AVLs possuem frequência quase nula no período noturno, fator condicionado sobretudo pela função comercial do centro de Florianópolis, que, após o horário comercial (8 horas até as 18 horas), é esvaziado. A identificação de AVLs em espaços privados levanta questionamentos sobre a metodologia de definição do zoneamento atualmente em vigor, que frequentemente não reconhece os usos já estabelecidos na cidade, tampouco incentiva o desenvolvimento de áreas coletivas em bom estado.

5. Considerações Finais

A importância das Áreas Verdes de Lazer (AVLs) no contexto urbano é inegável, não só em termos de benefícios para os cidadãos, mas também para o meio ambiente urbano como um todo. No entanto, a análise das AVLs na região central da cidade de Florianópolis revela uma realidade complexa, influenciada por diversos fatores urbanísticos, históricos e socioambientais. A falta de planejamento urbano integrado e a predominância de áreas comerciais sobre as áreas verdes refletem uma visão fragmentada do desenvolvimento urbano.

Destaca-se que as AVLs com maior potencial de uso estão geralmente associadas a praças e parques já equipados com mobiliário urbano, muitos dos quais estão localizados próximos a áreas ocupadas, principalmente por sua funcionalidade comercial e/ou paisagística (como as AVLs identificadas na Beira Mar Norte, por exemplo). Por outro lado, áreas verdes próximas a grandes avenidas com alto fluxo de veículos tendem a ter menor potencial de uso devido à falta de segurança, à escassez de vegetação e de mobiliário urbano. É observável também que partes de muitas AVLs foram convertidas em estacionamentos, evidenciando a priorização de interesses individuais frente a interesses coletivos.

Ao fornecer dados essenciais para um planejamento urbano mais eficiente, este estudo permite que os gestores municipais identifiquem áreas que necessitam de melhorias para atender às demandas recreativas da população. Além disso, destaca a necessidade de revitalização das AVLs, promoção de uma relação mais ativa entre os cidadãos e o meio ambiente, e a criação de espaços verdes públicos acessíveis e inclusivos como parte de um esforço coletivo para construir cidades mais sustentáveis e resilientes.

Observa-se também que as AVLs muitas vezes não foram adequadamente consideradas nos Planos Diretores de Florianópolis, e nem todas apresentam um potencial satisfatório de uso, algumas localizadas em áreas privadas. Para superar esses desafios, é necessário explorar estratégias que promovam não apenas uma melhor distribuição de áreas verdes nas cidades, como a qualificação de espaços já designados para AVLs e, sobretudo ações que possibilitem a conexão destas Áreas Verdes de Lazer, como a criação de corredores verdes urbanos.

Este estudo traz um diagnóstico que objetiva promover a reflexão sobre a importância da existência de AVLs nos centros urbanos, não apenas para alimentar debates construtivos sobre a natureza no meio urbano, mas também para orientar medidas de planejamento que visam criar ambientes conexos, mais sustentáveis e habitáveis para todos. Fica evidente a demanda de desenvolver uma nova relação entre cidadãos-natureza-urbe, evidenciando a necessidade de formas de articulação dos ambientes naturais existentes e a manutenção/requalificação dos mesmos para a promoção de maior qualidade de vida e bem estar.

Referências

- [1] AYALA Filho, G. G. M., SANTIAGO, A. G., & CASARIN, V. (2018). **ANÁLISE SOCIOESPACIAL DAS ÁREAS VERDES EM FLORIANÓPOLIS**. *MIX Sustentável*, 4(2), 71–78. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2018.v4.n2.71-78>
- [2] REIS, Almir Francisco. **PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO URBANO**. Cidade e Natureza na Ilha de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, vol. 12, núm. 1, maio de 2010, pp. 45- 61 Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional Recife, Brasil
- [3] NÓR, Soraya. **REFLEXÕES SOBRE A AGRICULTURA URBANA: ESTUDO DOS ALLOTMENTS**. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA, 2019, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Elaup, 2019. p.

499-511. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/217761/Artigo%20Allotments%20EL AUP%20p499-511.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 mai. 2023.

[4] SANTOS, André Luiz. **Do mar ao morro: a geografia histórica da pobreza urbana em Florianópolis**. 2009. 658 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92552>. Acesso em: 10 maio 2024.

[5] SOUZA, Jéssica Pinto de; SUGAI, Maria Inês. **Um Plano Modernista para Florianópolis**. 2016. Disponível em: <https://docmomobrasil.com/wp-content/uploads/2016/01/185.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

[6] Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Florianópolis: Lei Complementar nº 739, de 04 de Maio de 2023**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2024.

Instrumentos urbanísticos PEUC e IPTU progressivo no tempo para o município de Santa Maria/RS

Urban planning instruments PEUC and Progressive IPTU over time in the city of Santa Maria/RS

Gabriela Mozzaquattro Fernandes, Especialista

gabrielamozzaquattro@gmail.com

Izabele Colusso, Doutora, UNISINOS

izabele.colusso@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa busca contribuir nas discussões referentes à aplicação do PEUC e do IPTU Progressivo no Tempo, instrumentos de política regulamentados pelo Estatuto da Cidade em 2001, assim como discutir a aplicação desses instrumentos na cidade de Santa Maria/RS, em especial referente a edificações subocupadas ou desocupadas situadas em área central. A pesquisa foi realizada por meio da elaboração de um mapa de vazios urbanos, e de uma tabela do número de domicílios e de pessoas que determinadas categorias de vazios poderiam abrigar. Discute-se a aplicação dos instrumentos na cidade de Santa Maria, em especial, referente a edificações subocupadas ou desocupadas situadas na área central. Os resultados obtidos indicam que Santa Maria tem potencial para aplicar os instrumentos, sendo que o Plano Diretor do município fomenta a função social da propriedade urbana, uma vez que tem como um de seus objetivos adensar as áreas com infraestrutura da cidade. Foi possível traçar uma linha do tempo sobre o desenvolvimento urbano brasileiro e do município de Santa Maria; elucidar os instrumentos propostos, e discutir a aplicação desses na cidade.

Palavras-chave: PEUC; IPTU; Política Urbana; Habitação.

Abstract

This research aims to contribute to the discussions regarding the application of the Urban Land and Buildings Tax (PEUC) and the Progressive Property Tax Over Time (IPTU Progressivo no Tempo), policy instruments regulated by the City Statute in 2001, as well as to discuss the application of these instruments in the city of Santa Maria/RS, particularly concerning underutilized or vacant buildings located in the central area. The study was conducted through the development of an urban voids map and a table indicating the number of households and people that certain categories of voids could accommodate. The application of the instruments in Santa Maria, specifically concerning underutilized or vacant buildings in the central area, is discussed. The results indicate that Santa Maria has the potential to apply the instruments, given that the municipality's Master Plan promotes the social function of urban property, aiming to densify areas with city infrastructure. A timeline of Brazilian urban development and the municipality of Santa Maria was constructed; the proposed instruments were elucidated, and their application in the city was discussed.

Keywords: PEUC; IPTU; Urban Policy; Housing.

1. Introdução

O controle do processo de expansão e de desenvolvimento urbano é um dos principais desafios que as cidades brasileiras vêm enfrentando, principalmente as que tiveram um rápido crescimento econômico em um curto período. Esse processo tem provocado grandes interferências nas cidades brasileiras. As áreas centrais com inúmeros terrenos vazios e imóveis subutilizados ou desocupados fazem com que a cidade se expanda para as periferias, que são superadensadas e precárias em infraestrutura. A expulsão dos mais pobres do centro gera a constante necessidade de ampliação da infraestrutura viária e de transportes. Torna-se evidente, então, a injusta distribuição dos recursos territoriais e investimentos públicos (Instituto Pólis, 2020) [1].

Nas décadas finais do século XIX o Brasil começou a avançar em direção à legislação urbanística, entretanto, por um longo período, o campo de atuação do planejamento urbano foi ideológico, uma vez que a maior parte dos planos não saiu do papel, e que o objetivo do Estado, na maior parte de suas intervenções, era agradar a classe dominante, e não à organização do espaço urbano (Villaça, 1999) [2].

Foi então que, em 2001, com a implementação do Estatuto da Cidade (EC) – e de seus instrumentos, que o Brasil ganhou bases para induzir o desenvolvimento urbano, financiar a política urbana e democratizar a gestão urbana [3]. Esses instrumentos visam frear o processo de especulação imobiliária, regular o preço da terra e permitir um maior controle do estado sobre os usos e ocupações do solo urbano, em especial em áreas que demandam uma maior democratização (Plano Diretor Participativo, 2005) [4].

Na cidade de Santa Maria/RS não foi diferente. Segundo Beber (1998) a chegada da ferrovia, no ano de 1885, que uniu a cidade à capital Porto Alegre, trouxe desenvolvimento para a área central. No entorno da estação gerou-se diversidade de serviços, comércios e hotéis. Além de aglomerados populacionais de origem proletária [5].

Entretanto, devido ao terreno fortemente acidentado, a cidade se expandiu territorialmente por uma área considerável relativamente à sua população. Foi aplicado um traçado reticular, sem diagonais que facilitassem a distribuição do trânsito. Em muitas ruas as declividades eram fortíssimas e desfavoráveis. (Marchiori & Noal Filho, 1997) [6].

Esta pesquisa intenciona demonstrar a importância dos instrumentos de política urbana para a reorganização do uso do solo e reocupação de espaços das cidades brasileiras, bem como, discutir a aplicação destes na cidade de Santa Maria, RS, em especial referente a edificações subocupadas ou desocupadas situadas em área central. O tema se faz relevante no meio acadêmico como contribuição as pesquisas sobre o tema, e no âmbito do planejamento urbano quando se salienta a importância de se fazer cumprir a função social da propriedade urbana.

2. Procedimentos Metodológicos

Com base em seus objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória, proporcionando maior familiaridade com o problema e auxiliando a construir suas hipóteses. No que se refere ao delineamento, o método utilizado para discutir a aplicação dos instrumentos PEUC (Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios) e IPTU (Imposto predial e territorial

urbano) progressivo no tempo na cidade de Santa Maria/RS, em especial referente a edificações subocupadas ou desocupadas situadas em área central, foi o de estudo de caso aplicado. Para Yin (2015) os estudos de caso são interessantes quando são levantadas questões do tipo “como” e “por que”, quando se tem pouco controle sobre os eventos e o foco está em fenômenos contemporâneos inseridos em contextos da vida real [7].

Para delimitar a área de estudo, foi utilizado o mapa de macrozonas disponibilizado no Anexo E do Plano Diretor (PD) de Santa Maria (Figura 1) [8]. Foi selecionada a macrozona centro (representada pela cor rosa escuro na Figura 1) pois é uma zona dotada de infraestrutura, serviços e equipamentos, em quase toda a sua totalidade. Considerou-se também, parte da macrozona corredor da urbanidade (representado pela cor roxo na Figura 1), e parte das áreas especiais naturais (representada pela cor verde escuro na Figura 1), pois estão sobrepostas à macrozona centro.

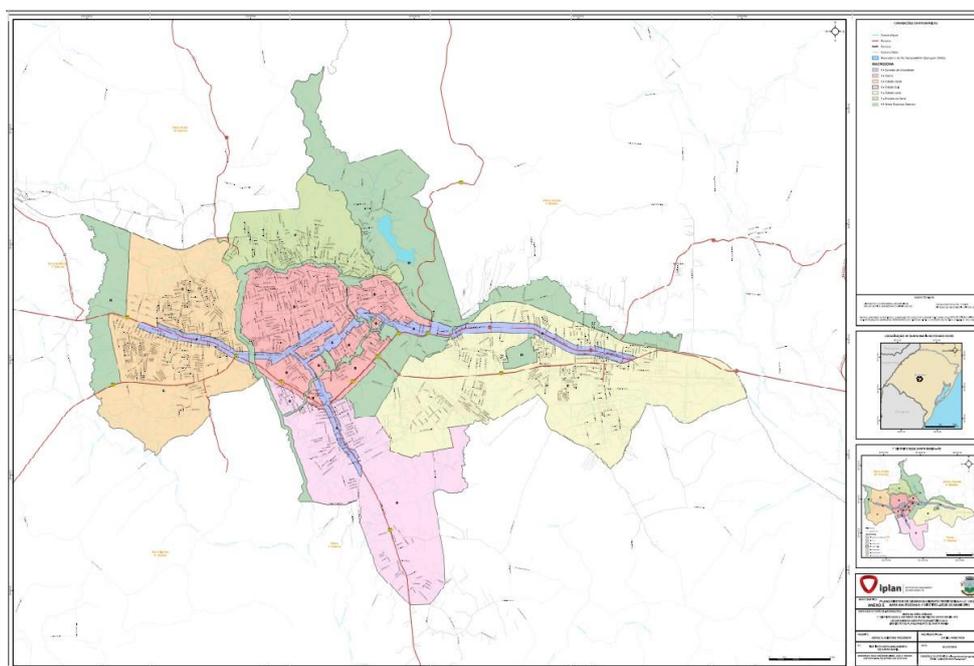


Figura 1: Mapa de Macrozonas 1º Distrito Sede do Município. Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial – Anexo E.

Após a delimitação da área de estudo, foi gerada uma nova imagem (Figura 2) para facilitar o desenho no programa Autocad. Essa imagem foi utilizada para delimitar a borda do mapa no programa, onde foram inseridas as informações (bairros, ruas, lotes e edificações) obtidas no site Geo Santa Maria [9].

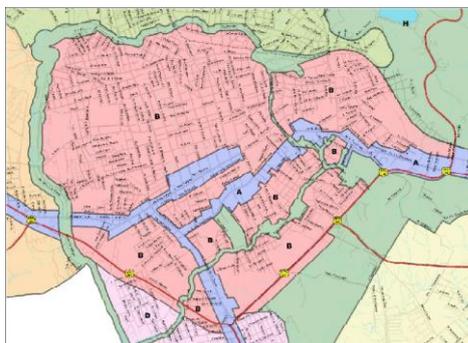


Figura 2: Delimitação da área de estudo. Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial – Anexo E.

Os vazios urbanos mapeados na área de estudo, por meio do site Geo Santa Maria, foram separados em três grupos. O primeiro grupo foram os lotes sem nenhum tipo de construção, com coeficiente de aproveitamento (CA) igual a zero; o segundo grupo foram os lotes com edificações abandonadas; e o terceiro grupo, os lotes com obras inacabadas.

A base do mapa foi produzida no layer de cor cinza, os lotes edificadas, que não são considerados vazios urbanos, foram hachurados em cinza também. Os lotes que configuravam vazios urbanos não edificadas, foram hachurados na cor amarela. Os lotes com vazios urbanos que possuem edificações (prontas) abandonadas foram hachurados na cor rosa. Os lotes que possuem obras inacabadas foram hachurados na cor azul escuro. E aqueles com áreas verdes, como praças e parques, foram hachurados na cor verde (Figura 3).



Figura 3: Mapa de vazios urbanos na macrozona centro. Fonte: elaborado pelas autoras.

Após a elaboração do mapa, foram coletadas informações sobre cada um dos lotes com edificações abandonadas e sobre os lotes com obras inacabadas. O nome das edificações foi coletado por meio de imagens do Google Maps [10]. O endereço, área total, área construída, situação e dados sobre o IPTU do lote foram obtidos no site Geo Santa Maria, quando disponíveis. Para os lotes com obras inacabadas/abandonadas, que foram considerados “em construção” ou “baldios” pelo site Geo Santa Maria, e não possuíam a metragem quadrada disponível, a metragem foi calculada de acordo com a equação do coeficiente de aproveitamento (CA). Para isso, foi utilizado o índice de aproveitamento (IA) da zona em que o lote se encontra, multiplicado pelo valor da área total do lote, para obter o valor da possível área construída (Equação 1).

$$A. \text{ Construída} = \text{Índice Aproveitamento} \times A. \text{ total do terreno} \quad (1)$$

Para estimar o número de domicílios, realizou-se o cálculo do valor da área total construída dividido pelo m² médio dos apartamentos de dois dormitórios construídos na cidade. O mesmo cálculo foi realizado para aqueles lotes em que a área total construída foi estipulada através do IA (Equação 2).

$$N^{\circ} \text{ Domicílios} = \frac{A. \text{ total construída}}{m^2 \text{ médio}} \quad (2)$$

O número provável de pessoas foi estimado por meio da multiplicação do número de domicílios (2 quartos), por um valor médio de 4 habitantes (um casal com 2 filhos) (Equação 3).

$$N^{\circ} \text{ Pessoas} = N^{\circ} \text{ domicílios} \times 4 \quad (3)$$

3. Aplicações e/ou Resultados

De acordo com o mapa elaborado, foram encontrados 554 vazios urbanos dentro da macrozona centro da cidade de Santa Maria. Desses vazios, 15 foram identificados como edificações (prontas) abandonadas (hachurados em rosa) e 4 como obras inacabadas (hachurados em azul escuro).

A partir desses 19 vazios urbanos, identificados por possuírem edificações (prontas) abandonadas ou obras inacabadas/abandonadas, foi desenvolvida uma tabela de previsão de domicílios que poderiam ser criados na cidade, e pessoas que poderiam ser atendidas por estes, a fim de demonstrar em quais lotes seria fundamental a aplicação do PEUC (tabela 1).

A tabela 1 apresenta os imóveis (nome da edificação ou uma breve descrição, caso não possua nome formal), os endereços, as áreas dos lotes (metragem quadrada total do terreno), as áreas construídas, a situação do lote, as informações sobre o IPTU (imóvel imune, isento ou não isento), o número de domicílios e o número provável de pessoas.

Tabela 1: Previsão de domicílios e pessoas.

<i>Imóvel</i>	<i>Endereço</i>	<i>Área Terreno</i>	<i>Área Construída</i>	<i>Situação</i>	<i>IPTU</i>	<i>Nº Domicílios</i>	<i>Nº Pessoas</i>
Ed. Galeria	Av. Rio Branco, Centro	839,52m ²	4.197,60m ²	Em Construção	Isento	69,96	279

Ed. Cauduro	Av. Rio Branco, N° 930, Centro	931,07m ²	3.215,79m ²	Edificado	Não Isento	53,59	214
Casa Branca Esquina	Av. Rio Branco N° 660, Centro	545.28m ²	479.32m ²	Edificado	Não Isento	7,98	31
Casa abandonada	R. Conde de Irajá N° 207, N. Sra. do Rosário	317.25m ²	91.77m ²	Edificado	Não Isento	1,52	6
Ampliação do Legislativo	R. Vale Machado N° 1387, Centro	840m ²	3.360m ²	Em Construção	Imune	56	224
Casa abandonada	R. Coronel Niederauer N°1434, Centro	507,54m ²	586,57m ²	Edificado	Não Isento	9,77	39
Casa abandonada	R. Tuiuti N°1330, Centro	504,70m ²	246,90m ²	Edificado	Não Isento	4,11	16
Casa abandonada	R. Tuiuti N°667, N. Sra. de Fátima	354,96m ²	120,32m ²	Edificado	Não Isento	2	8
Edifício não finalizada	Av. Borges de Medeiros N° 2015, Noal	662.08m ²	2.648,32m ²	Em Construção	Não Isento	44,13	176
Casa abandonada	R. Appel N°340, Bonfim	918,31m ²	204,21m ²	Edificado	Não Isento	3,40	13
Casa abandonada	R. Coronel Niederauer N°720, Bonfim	253,05m ²	83,42m ²	Edificado	Não Isento	1,39	5
Prédio e Garagens	R. Venâncio Aires, N° 706, Bonfim	1.173m ²	253.65m ²	Edificado	Não Isento	4,22	16
Casa não finalizada	R. Dos Andradas, Bonfim	300m ²	1.200m ²	Em Construção	Não Isento	20	80
Casa abandonada	R. Dos Andradas N° 740, Bonfim	591.1m ²	198.82m ²	Edificado	Não Isento	3,31	13
Antiga garagem Correios	R. Visconde de Pelotas, N. Sra. do Rosário	10.776m ²	1.904,35m ²	Edificado	Não Isento	31,73	126
Casa abandonada	R. Samuel Kruchin N°107, Noal	542,78m ²	200,82m ²	Edificado	Não Isento	3,34	13
Casa	R. Dom Pedro I						

em ruínas	Nº385, Duque de Caxias	794,94m ²	356,24m ²	Edificado	Não Isento	5,93	23
Casa abandonada	R. Luiz Tombesi, Nº 176, N. Sra. das Dores	581.59m ²	1.163,18	Baldio	Não Isento	19,38	77
Casa abandonada com tombamento provisório	Av. Rio Branco Nº600, Centro	279,18	318,62	Edificado	Não Isento	5,31	21

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Analisando os dados obtidos através da pesquisa, foram encontrados 19 vazios urbanos totalizando o montante de 20.829,85m² de área construída sem utilização na zona central da cidade. Essa área construída sem utilização poderia contemplar 347 domicílios e abrigar em torno de 1.380 pessoas.

4. Análises dos Resultados

As últimas informações sobre o déficit habitacional da cidade foram divulgadas no ano de 2011 pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, e de acordo com o diagnóstico obtido, a cidade possuía um déficit habitacional de 4.805 famílias. Destas, 4.438 estavam em situação de coabitação; 155 em domicílios improvisados, e 212 em habitações rústicas. Além disso, a inadequação habitacional tinha o índice de 27.563 domicílios, sendo que 2.586 possuíam excesso de moradores; 6.458 estavam em situação de inadequação fundiária; 14.506 com carência de infraestrutura, e 3.923 não possuíam unidade sanitária [11].

Levando em consideração os dados divulgados em 2011, e considerando uma média de 4 pessoas por família, obtém-se, aproximadamente, 19.220 pessoas em situação de déficit habitacional. Cruzando esse dado com os levantados no presente estudo, podemos concluir que os 19 lotes analisados resolveriam o problema de 7,18% das pessoas em situação de déficit habitacional do município de Santa Maria, RS.

A porcentagem obtida, em um primeiro momento, parece baixa frente ao elevado montante de indivíduos sem condições dignas de moradia. Entretanto, ainda restam 525 vazios urbanos levantados, na zona central da cidade, que não cumprem com a sua função social. Efetuando um cálculo de média simples, se 19 lotes poderiam abrigar 1.330 pessoas, os outros 525 restantes poderiam abrigar quase 36.750 pessoas. Valor que ultrapassa o dobro do necessário para suprir o déficit habitacional do município.

Somado a isso, os dados do Censo do IBGE de 2022 que foram liberados em fevereiro de 2024, informam que Santa Maria/RS possui 132.595 domicílios. Desses, 38 são particulares improvisados (localizado em uma edificação que não destinada exclusivamente à moradia e locais inadequados para habitação) e 683 são coletivos (hotéis, presídios, abrigos etc.). Dos, 131.874 domicílios particulares permanentes (construído a fim de servir exclusivamente para habitação), 17.572 (13,32%) estão desocupados [12].

Ou seja, o índice de vazios é muito mais expressivo do que o que foi levantado na pesquisa. Mesmo que a pesquisa não tenha levado em consideração todas as zonas da cidade, como faz o IBGE, a discrepância de resultados deixa em evidência a necessidade de o poder público municipal mapear essas informações e começar um trabalho para reverter essa situação.

5. Considerações Finais

A pesquisa demonstra que os problemas que enfrentamos no Brasil são resultado de um desenvolvimento carente de medidas para enfrentar os problemas que crescem junto com as cidades. É evidente a falta de entendimento sobre os instrumentos, PEUC e IPTU progressivo no tempo. Além de serem pouco regulamentados, os instrumentos são pouco aplicados, o que gerou o primeiro obstáculo da pesquisa devido à falta de material de estudo sobre o assunto.

Em estudo realizado pelo projeto Pensando o Direito Vol. 56, dentre os 5.565 (100%) municípios do país, 2.658 (48%) apresentam PD e apenas 521 (20%) apresentam lei específica do PEUC. E apenas 25 (23%), dos 110 municípios brasileiros com população acima de 100.000 habitantes, possuem legislação específica de PEUC e/ou IPTU progressivo no tempo, e apenas 8 (31%), dos que apresentam a legislação, de fato aplicaram os instrumentos [13].

Outro obstáculo encontrado foi a falta de um mapa de vazios urbanos atualizado, disponibilizado pelo Instituto de Planejamento (IPLAN) de Santa Maria. Para que o estudo fosse viabilizado, o mapa foi confeccionado pelas autoras.

A primeira questão a ser destacada é a falta de regulamentação dos instrumentos. O EC diz que é o PD que deve verificar se a propriedade urbana atende ou não a sua função social, e estabelecer os critérios para a aplicação dos instrumentos. Mas, como o PD de Santa Maria não é bem delineado, os critérios para aplicação dos instrumentos são vagos, e as definições ficam a cargo de análises subjetivas e legislações subsequentes.

Outra questão é a complexidade do instrumento PEUC, que necessita de um cadastro de imóveis completo e regularmente atualizado para o monitoramento dos imóveis vazios, e dos imóveis notificados, que demandam acompanhamento para fiscalizar se as obrigações estão sendo atendidas no prazo estabelecido ou não. E do instrumento IPTU progressivo no tempo, que necessita de uma planta de valores para a progressão do imposto, e de uma articulação entre os setores de planejamento urbano e de finanças das prefeituras.

Os resultados obtidos indicam que Santa Maria tem potencial para aplicar os instrumentos, o próprio PD do município fomenta a função social da propriedade urbana, uma vez que tem como um de seus objetivos adensar as áreas com infraestrutura da cidade. Entretanto, não é claro sobre as situações em que os imóveis são considerados utilizados, subutilizados ou não edificados.

Por fim, entende-se que o PD de Santa Maria necessita ser revisado e alterado, para que os instrumentos possam ser aplicados. Os critérios que caracterizam os vazios urbanos precisam ser definidos, bem como o zoneamento das áreas em que os instrumentos podem ser aplicados.

Referências

- [1] INSTITUTO PÓLIS (São Paulo). **Estatuto da Cidade: Guia para Implementação pelos Municípios e Cidades**. São Paulo. Livro disponível no site do instituto, 2020.
- [2] VILLAÇA, Flávio. Uma Contribuição para a História do Planejamento Urbano no Brasil. *In*: DEÁK, CSABA; SCHIFFER, SUELI RAMOS. **O Processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.
- [3] BRASÍLIA (DF). **Lei nº 10.257**. Estatuto da Cidade. Brasília, DF: Lei Federal, 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 10 janeiro 2023.
- [4] MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Plano Diretor Participativo: Guia para a Elaboração pelos Municípios e Cidadãos**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.
- [5] BEBER, Cirilo Costa. **Santa Maria 200 anos**. Santa Maria, RS: Palotti, 1998.
- [6] MARCHIORI, José Newton Cardoso; NOAL FILHO, Valter Antônio. **Santa Maria: Relatos e Impressões de Viagem**. Santa Maria. Ed. UFSM, 1997.
- [7] YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- [8] SANTA MARIA (RS). **Lei Complementar nº 118, de 26 de julho de 2018**. Plano Dispõe sobre a política de desenvolvimento sustentável e sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial do Município de Santa Maria. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-santa-maria-rs>. Acesso em: 10 janeiro 2023.
- [9] GEOMAI. Disponível em <http://geocadastro.santamaria.rs.gov.br:81>. Acesso em: 15 dezembro 2022.
- [10] GOOGLE MAPS. Disponível em <https://www.google.com.br/maps/@-29.6812544,-53.6936448,13z?entry=ttu>. Acesso em: 10 dezembro 2022.
- [11] PRATES, Luiz Otávio. **Déficit habitacional: Prefeitura divulga diagnóstico do município em audiência pública**. Prefeitura Municipal de Santa Maria, 06 maio 2011, 20:03. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/noticias/1601-deficit-habitacional-prefeitura-divulga-diagnostico-do-municipio-em-audiencia-publica?secao=controladoria>. Acesso em: 10 janeiro 2023.
- [12] IBGE. **Santa Maria: Panorama**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR&tema=2>. Acesso em: 11 maio 2024.
- [13] MINISTÉRIO DA JUSTIÇA (Brasil). **Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios e IPTU Progressivo no Tempo: Regulamentação e Aplicação**. Brasília: Ministério da Justiça: Ipea, 2015. 321 p. Série Pensando o Direito, v. 56.

Aplicabilidade de aspectos sustentáveis em habitação de interesse social: o caso do Conjunto Habitacional da Bouça, Portugal

Applicability of sustainable aspects in social housing: the case of the Bouça Housing Complex, Portugal

**Andrea Toth Teixeira, Mestranda em Arquitetura, Tecnologia e Cidade PPGATC
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp**

a210237@dac.unicamp.br

**Silvia Mikami Pina, Professora Titular, PPGATC Universidade Estadual de Campinas
Unicamp**

smikami@unicamp.br

Resumo

As condições de moradia interferem diretamente na vida das pessoas e uma habitação insalubre, acompanhada da ausência de infraestrutura adequada, prejudica demasiadamente a saúde dos moradores. Este trabalho apresenta algumas soluções sustentáveis por meio das decisões de projeto participativo, com iniciativas impulsionadas pela comunidade local e aspectos da saúde na habitação que refletem na qualidade de vida e bem-estar. A análise projetual se concentra no conjunto habitacional da Bouça, em Portugal e identifica as suas particularidades referentes a aplicação dos conceitos sustentáveis, tendo como resultado uma melhor compreensão dos aspectos que podem fortalecer o planejamento e execução da habitação social.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Habitação Social; Saúde; Projeto arquitetura participativo.

Abstract

The quality of housing directly affects people's lives. Unhealthy housing and inadequate infrastructure can seriously harm residents' health. This paper explores sustainable solutions through community-driven design choices prioritizing residents' well-being. The analysis focuses on the Bouça housing complex in Portugal, examining how sustainable concepts have been applied to improve social housing and the understanding of the importance of planning it.

Keywords: Sustainability; Social Housing; Health; Participatory Architecture Design

1. Introdução

Para uma moradia ser qualificada como habitável e digna, se faz necessário uma concepção integradora que incorpore as múltiplas dimensões que compõem uma habitação, como cultural, econômica, ecológica, sociológica e de saúde humana. Neste sentido, deve prevalecer o conceito ampliado do habitar que trata as diversas dimensões envolvidas para além da unidade habitacional em si [1], compreendendo sua inserção intrínseca e complexa no tecido urbano, compondo uma rede de serviços e de equipamentos comunitários que atendam as necessidades, demandas e preferências e incentivem para a convivência das pessoas. Tal conceito envolve, portanto, o direito coletivo à cidade, saúde, educação, esporte, cultura, lazer e, inclusive, à natureza [2]. Assim, a questão da cidadania pode ser retomada pela participação e envolvimento das pessoas interessadas em todas as etapas do projeto e construção, pois esta condição é essencial para o fortalecimento do senso de pertencimento.

Assim como na habitação, o desenvolvimento sustentável nas cidades é um complexo de valores que vai além dos aspectos ecológicos e econômicos, considerando a sustentabilidade social um aspecto fundamental neste processo, e que assume maior relevância em projetos de habitação social do que em outros níveis de habitação, visto que, estas muitas vezes sofrem com questões como a alta densidade e números de unidades, relação ou falta de espaços abertos, de serviços e equipamentos [3]. Pela perspectiva da sustentabilidade social, a abordagem de projeto deve incluir os aspectos locais de contexto, o clima, a cultura, as necessidades e aspirações dos moradores, resultando no aumento da satisfação, bem-estar e qualidade de vida dos seres humanos.

Além da habitação, a saúde integrada no planejamento urbano resulta em consequências significativas para a sustentabilidade. A Organização Mundial de Saúde [4] destaca algumas maneiras de promover a saúde e sustentabilidade, como a criação de espaços verdes e acessíveis, uso do solo misto, transporte ativo, acesso a água potável, resiliência urbana, equidade e acessos igualitários (moradia, educação, espaços públicos e segurança) e especialmente a participação comunitária. Com o objetivo de alcançar a saúde e a equidade na mesma como resultado, o documento propõe alguns pontos de entrada, sendo um deles o tema da habitação e saúde. Este, por sua vez, propõe critérios que devem ser atendidos, tais como segurança da posse; disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura; acessibilidade; habitabilidade; localização; e adequação cultural. Sendo assim, ao considerar os impactos da saúde na habitação e cidades é possível criar cidades mais saudáveis, inclusivas e sustentáveis e que promovam maior bem-estar para seus moradores.

Este trabalho identifica soluções sustentáveis, estratégias e características aplicadas em projeto de habitação de interesse social, visando promover comunidades mais resilientes e sustentáveis considerando as necessidades e expectativas dos usuários, a fim de refletir positivamente na qualidade de vida e bem-estar desta população. Para tanto, analisa o caso do complexo habitacional da Bouça, localizado na cidade do Porto, em Portugal. Trata-se de uma obra do arquiteto português Álvaro Siza Vieira, construída após a Revolução de abril, em 1974 e concebida pelo Serviço Ambulatório de Apoio Local (SAAL). Tal serviço, embora limitado em custos, tempo de projeto e construção, permitiu que moradores locais, ao constituírem a Associação de Moradores da Bouça, reivindicassem soluções para as condições insalubres vividas em suas moradias [5]. Sendo assim, a seleção da localização para o projeto próxima das antigas moradias, os materiais com custos reduzidos, a preferência por uma modelo de habitação coletiva e, principalmente, o processo participativo em todas as etapas, foram algumas características de destaque deste projeto.

O processo de construção do Conjunto da Bouça foi dividido em duas fases, sendo concebido inicialmente apenas dois dos quatro blocos habitacionais existentes; a segunda fase foi concluída em abril de 2006 e traduziu a recuperação das habitações iniciais existentes com a construção dos novos blocos habitacionais e também dos blocos de remate nas extremidades, o estacionamento, equipamentos sociais e a galeria de acesso que une o conjunto, procurando manter padrões de construção e qualidade de materiais igualmente apresentados na primeira fase, buscando adaptar o projeto à evolução econômico-social ocorrida durante os quase trinta anos de interrupção entre as duas fases.

O projeto visava alojar os antigos moradores das “Ilhas” do Porto (em específico as “Ilhas” da Ramada), uma modalidade de habitação operária construída de forma espontânea e com resultados muito diferentes dos outros tipos de habitação existentes em outras cidades industriais. São representadas por moradias bastante pequenas, construídas nos fundos dos quintais de casas de classe média, contendo apenas uma porta e uma janela. Possuíam diversas tipologias, com acesso por um corredor de ligação com a rua com pouca ventilação e iluminação, não dispendo de boa infraestrutura, saneamento básico e com muitas famílias abrigadas em poucos metros quadrados. Atualmente, estudantes, jovens profissionais e famílias representam o público que reside na Bouça.

2. Procedimentos Metodológicos

O método aplicado é caracterizado como qualitativo e exploratório e faz parte de dissertação de mestrado em andamento. Foi realizada revisão sistemática da literatura, nos temas da questão habitacional e da qualidade do espaço construído, bem como a sustentabilidade social e levantamento para contextualização do estudo de caso selecionado para esta pesquisa. Em seguida, foi feita a análise projetual do Conjunto Habitacional da Bouça, por meio de fotografias, croquis, desenhos e projetos, com a finalidade de identificar estratégias e características aplicadas em projeto para garantir o atendimento às necessidades e expectativas dos usuários, que é fundamental na integração da sustentabilidade e planejamento urbano e dos espaços, contribuindo para comunidades serem mais sustentáveis e resilientes. A análise foi estruturada em quadros conceituais, de acordo com as características identificadas e fundamentada nos conceitos formulados por Ching [6]: sistema, ordem, forma e espaço, considerando estes dois últimos como ponto de partida para uma delimitação de estrutura sistêmica inerente à arquitetura. A compreensão da forma e espaço permite também classificar os elementos arquitetônicos de uma obra e que pode ser organizados em diferentes sistemas que se conectam entre si. Por fim, com a boa composição dos diversos sistemas de forma coesa e harmoniosa, conseqüentemente cria-se ordem na arquitetura. Sendo assim, alguns desses elementos que compõem os sistemas, como a configuração de caminhos e acessos, características de escala e proporção, segurança, bem-estar, durabilidade e sustentabilidade, entorno e contexto arquitetônico do local, embasaram a análise e seleção das características projetuais.

3. Resultados e discussão

A partir da compreensão da relevância presente na relação da saúde e sustentabilidade com a habitação, foram selecionados dois aspectos para a análise da unidade de estudo de caso, a saber: Estímulos Visuais (quadro 1) e Qualidade das Construções (quadro 2), com identificação das características projetuais presentes no Conjunto da Bouça, responsáveis pela promoção do bem-estar e qualidade de vida para os seus moradores.

- i. Estímulos visuais: A forma como as pessoas se relacionam com o ambiente influencia diretamente em seus comportamentos, reações e emoções. Este aspecto dos conceitos visuais pode envolver a psicologia ambiental como forma de estudo sobre a influência do ambiente construído no comportamento humano e na saúde das pessoas, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida e o bem-estar da população. Uma das variáveis da psicologia ambiental está relacionada ao ambiente visual e as distrações e efeitos positivos que o ambiente proporciona. Assim, é importante que fatores como a iluminação natural e artificial apropriada, espaços de convívio para a família, espaços verdes, elementos naturais e ressignificação estética, sejam considerados, gerando maior identidade ao local e proporcionando altos níveis de satisfação, não deixando as pessoas expostas a altos níveis de estresse e suscetíveis a inúmeras doenças e ausência de qualidade de vida [7].

Quadro 1: Características projetuais do Conjunto da Bouça analisadas a partir de estímulos visuais.

Estímulos visuais	
	<p>espaços de vivência salubres e qualidade de vida / distrações positivas e aumento do bem-estar físico e mental</p> <p>Os corredores entre os blocos habitacionais tornam-se espaços de convívio familiar, contendo alguns poucos elementos naturais, como as áreas com gramado. Os blocos de uso comum se abrem para as ruas, proporcionando conexão com a cidade e são ambientes que promovem maiores efeitos e distrações positivas e redução de estresse, através da percepção visual de salubridade do local. Esta característica se enquadra nas teorias sobre ambientes restauradores, que promovem melhores emoções e sensação de bem-estar.</p>
	<p>projeto com características locais e padronização adequada / qualidade visual, promoção da saúde mental e bem-estar emocional</p> <p>O projeto buscou enquadramento junto à história do lugar, incorporando o conjunto habitacional a um espaço com memórias e individualidades existentes por muitos anos, permitindo a sensação de identidade, resiliência e pertencimento local para aqueles moradores. Como exemplo, são as habitações voltadas para a Rua Boa Vista, que possuem as mesmas características das já existentes anteriormente. Projeto buscou a padronização adequada, a partir de dimensões e especificações consistentes que respeitam a escala humana e atendem as necessidades das pessoas, promovendo ambientes mais acessíveis, confortáveis para sua utilização e confortáveis em aspecto visual.</p>

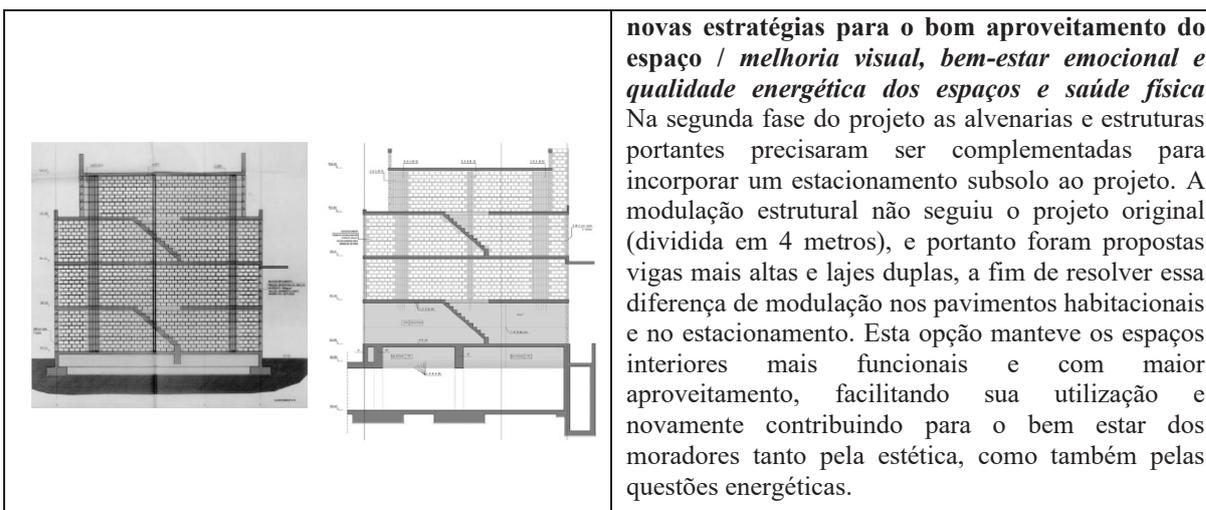
	<p>semelhança espacial ao modelo habitacional das Ilhas e melhoria na salubridade / identificação e pertencimento, qualidade energética e saúde física</p> <p>Além das características locais preservadas, há clara releitura da estrutura das Ilhas do Porto, respeitando costumes da classe trabalhadora que habitava este tipo de moradia na cidade do Porto: moradias dispostas em blocos lineares, que permitiam a vivência dos moradores e vizinhança através das áreas comuns, fortalecendo laços e vivência, que foram reproduzidos no conjunto da Bouça. Os acessos são aprimorados através de corredores com ligação direta para a rua e permitindo boa iluminação e ventilação, diferenciando-se das Ilhas insalubres.</p>
	<p>isolamento de linha férrea, redução de ruídos e melhor qualidade visual / bem-estar psicológico e físico</p> <p>A presença da linha férrea, vizinha ao terreno do conjunto habitacional foi um grande desafio. Ao construir o muro que divide o terreno da linha o arquiteto propôs acalmia do tráfego, proporcionando uma melhor estética e impacto visual para os moradores, além das questões de segurança e ruído, garantindo um certo isolamento dos moradores com o grande fluxo de pessoas que acessam o transporte público. Estas questões proporcionam bem-estar psicológico e físico, evitando possíveis complicações e doenças como pressão alta, estresse e baixa qualidade do sono, de modo a aumentar a qualidade de vida daquela população.</p>

Fonte: Autoras, a partir de [5], [7], [8], [9].

- ii. Qualidade das construções: este aspecto está diretamente ligado à segurança e durabilidade da moradia, exigindo menos reparos e manutenção e elevando a vida útil da construção, o que consequentemente irá gerar maior economia. Isto dependerá inteiramente dos elementos e materiais utilizados, a mão de obra adequada, projeto adequado, inspeções e conformidades com as normas e regulamentos. Além da segurança física e social, a segurança sanitária compreende as questões de infraestrutura de serviços como abastecimento de água, redes de esgoto e drenagem, coleta de lixo, serviço de iluminação, promovendo maior conforto e habitabilidade para o morador. O padrão de habitabilidade é um conceito necessário no processo de construção de ambientes saudáveis e sustentáveis, que envolve além da qualidade das construções e segurança nas moradias, a formação de tipologias adequadas às necessidades dos usuários, com maior funcionalidade e racionalidade na produção dos espaços, garantindo maior qualidade das construções e da vida daqueles moradores. Ademais, as unidades residenciais para garantir seus espaços saudáveis e sustentáveis devem ser projetadas com o conforto ambiental adequado, o que envolve a iluminação e ventilação necessárias para aquele contexto específico ao mesmo tempo que os espaços internos e externos, e sua relação preservem a intimidade e privacidade dos usuários locais [10].

Quadro 2: Características projetuais do Conjunto da Bouça analisadas a partir da qualidade das construções.

Qualidade das construções	
	<p>racionalidade na execução / segurança física e boas instalações e organização permitindo ausência de proliferação de doenças respiratórias</p> <p>As lajes, paredes e estruturas portantes adotadas visam proporcionar economia ao projeto, facilitando as divisões internas e a suas instalações e promovendo a boa instalação sanitária. O bom aproveitamento da área construída influencia na segurança e bem-estar do morador, a partir de ambientes internos mais bem organizados, como por exemplo espaços para armazenamento de itens pessoais e bom agenciamentos dos locais para cada atividade, como higiene, área de descanso, área para refeições.</p>
	<p>soluções econômicas e boa qualidade de materiais / melhoria de questões energéticas e saúde física, qualidade do ar e redução de nível de estresse</p> <p>Além da economia mediante o planejamento do seu sistema estrutural, a economia dos materiais se deu por meio de materiais duráveis e eficientes, criando um ambiente econômico e ao mesmo tempo confortável, diminuindo o estresse mental em relação à questão financeira, ou à possíveis reparos constantes, caso a escolha dos materiais fosse de baixa qualidade. O conforto acústico e térmico proporcionam melhorias na qualidade do ar interno da moradia e também baixo custo com energia e climatização artificial. A economia se dá pelo fato das soluções aplicadas na fase de planejamento de projeto visaram evitar desperdícios.</p>
	<p>conservação das características iniciais da obra (1ª fase) e materiais com isolamentos para o ambiente interno / preservação da saúde física e mental</p> <p>Na segunda fase, o projeto sofreu algumas modificações, como as alvenarias e estruturas portantes, conservando as demais características iniciais, como por exemplo os acabamentos das caixilharias, a questão da segurança e proteção e isolamentos de alta qualidade para o ambiente interno, minimizando a exposição à ruídos e permitindo boas temperaturas no interior da residência. A boa opção de posicionamento das caixilharias evita o surgimento de doenças respiratórias que podem estar ligadas à umidade e infiltrações.</p>



novas estratégias para o bom aproveitamento do espaço / melhoria visual, bem-estar emocional e qualidade energética dos espaços e saúde física
Na segunda fase do projeto as alvenarias e estruturas portantes precisaram ser complementadas para incorporar um estacionamento subsolo ao projeto. A modulação estrutural não seguiu o projeto original (dividida em 4 metros), e portanto foram propostas vigas mais altas e lajes duplas, a fim de resolver essa diferença de modulação nos pavimentos habitacionais e no estacionamento. Esta opção manteve os espaços interiores mais funcionais e com maior aproveitamento, facilitando sua utilização e novamente contribuindo para o bem estar dos moradores tanto pela estética, como também pelas questões energéticas.

Fonte: Autoras, a partir de [5], [8], [9].

As características projetuais do Conjunto da Bouça, a partir dos estímulos visuais, permitiu identificar elementos relevantes e suas contribuições fundamentais para a promoção de ambientes mais saudáveis e que proporcionam o bem-estar e maior qualidade de vida para seus moradores. São eles: os espaços de vivência e blocos de uso comum, construídos para maior interação social, lazer e conexão com o entorno e a natureza, o enquadramento do projeto ao contexto e história do local existentes e a semelhança e respeito as características das Ilhas do Porto para que se fortaleçam as memórias dos moradores, e o isolamento da linha férrea como grande desafio para o arquiteto. Através disso, observa-se que o projeto proporciona uma boa influência no bem-estar emocional e psicológico, evitando níveis de estresse e melhorando a produtividade de quem habita estes locais, refletindo a cultura local e trazendo maior satisfação e senso de pertencimento.

A qualidade das construções apresentou elementos como a racionalidade na execução, aumentando sua eficiência, segurança e economia a partir de um ambiente mais bem aproveitado, a escolha de bons materiais e bom planejamento, o qual evitou gastos futuros e proporcionou o bom conforto físico, como a boa acústica e climatização. Outro elemento foi a preservação dos mesmos materiais e métodos construtivos nas duas fases da obra, que permitiu a boa qualidade dela e, por fim, as novas estratégias que permitiram ampliação do conjunto e criação de novos espaços com eficiência e mantendo a qualidade dos materiais. Ao identificar esses elementos, a autora correlaciona o projeto com a eficiência energética e a resiliência do edifício em se adaptar as mudanças climáticas a partir dos materiais utilizados e sua durabilidade.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos pela análise projetual do conjunto habitacional da Bouça, vinculadas ao processo participativo, permitem identificar as principais características aplicadas pelo arquiteto Siza Vieira para promover um ambiente mais saudável e sustentável e, ao mesmo tempo, associar à memória positiva de suas moradias antigas no que se refere ao senso de pertencimento, pois mesmo insalubres, por alguns anos foi a modalidade habitacional de grande parte da população.

Pode se observar os muitos desafios para a construção desta obra, desde a sua implantação em um local próximo a linha férrea, com graves implicações acústicas e de trepidação, ou até mesmo o cuidado em permanecer com as memórias das “Ilhas” do Porto como foi apresentado

anteriormente. Embora o projeto não tenha sido concebido no seu total em uma primeira fase, houve grande preocupação no momento de retomar essa obra e construir os demais blocos, em relação ao padrão de construção, materiais e às características do projeto inicial, respeitando as decisões dos envolvidos desde o primeiro momento.

Sendo assim, salienta-se que a questão da sustentabilidade não está voltada apenas para os aspectos físicos do ambiente construído, mas também para as memórias vividas por aqueles moradores, influenciando diretamente tanto na saúde física como também na psicológica. Diante isto, nota-se que está cada vez mais evidente a necessidade de implementar a participação comunitária nos processos de projeto e construção contribuindo para o bem-estar e saúde humana e para comunidades e locais mais resilientes, equitativos e sustentáveis.

Referências

- [1] PELLI, V. S. **Habitar, participar, Pertencer – accede a La vivienda – incluirse em La sociedad**, Buenos Aires: Nobuko, 2007.
- [2] DE PAOLI, Dina; PINA, S.M.G. Pela inclusão do desenho urbano na agenda da habitação social in 7º Seminário PROJETAR. **Anais**. Natal, 2015.
- [3] REIS, A. Tarcisio; LAY, Maria C. D. O Projeto da Habitação de Interesse Social e a Sustentabilidade Social: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 99-119, set. 2010
- [4] WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Integrating health in urban and territorial planning: a sourcebook**. World Health Organization, 2020.
- [5] CAMPS, Maria. Da obra projectada à obra vivida: sobre o conjunto habitacional da bouça. 2012. 119 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Porto, 2012.
- [6] CHING, F. D. K. **Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [7] FELIPPE, Maíra L.; SILVEIRA, Bettieli (org.). **Ambientes Restauradores: conceitos e pesquisas em contextos de saúde**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Cap. 2. p. 23-27.
- [8] VALE, Clara P.; ABRANTES, Vítor. Reabilitação de edifícios recentes: continuidade e reinterpretção. Conjunto habitacional da Bouça. In: 4 Congresso Construção. **Anais**. Coimbra, 2012. P. 1-12.
- [9] ALMEIDA, Beatriz. Ilhas, do lado de lá da rua: reflexões sobre a habitação popular e social e a sua integração na cidade do porto. 2015. 181 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura do Porto, Porto, 2015.
- [10] COHEN, Simone C.; KLIGERMAN, Débora C.; BARCELOS, Mara. Espaços saudáveis e sustentáveis, biossegurança e resíduos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 24, n. 3, p. 274-283, 2011.

**Resíduos, Reciclagem e Sustentabilidade no Espaço Urbano:
planejamento e vivência da oficina no centro de João Pessoa/PB**

***Waste, Recycling and Sustainability in the Urban Space: planning and
experience of a workshop in the center of João Pessoa/PB***

Claudia Ruberg, Dr^a, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail: cr@academico.ufpb.br

Ana Catarina Gomes de Lima, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail: catarinagomes.lima@gmail.com

Joyce Faustino da Silva, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail: joyce.faustino.silva@academico.ufpb.br

Fabiana Francelino Maia dos Santos, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail: fabiana.maia2@academico.ufpb.br

Alexia de Oliveira Ferreira, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail: alexia.ferreira@academico.ufpb.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo revelar a importância da sustentabilidade no espaço urbano por meio do reuso de materiais recicláveis para criação de mobiliários urbanos. Descreve as ações de planejamento, elaboração de propostas, levantamento e preparação de materiais, montagem de protótipos, desenvolvimento e resultados, proporcionados pela prática vivida na oficina: “Resíduos, Reciclagem e Sustentabilidade no Espaço Urbano”, do VI Simpósio Internacional Urbicentros em João Pessoa/PB. Na oficina os participantes entenderam que podem ser agentes de mudança em suas próprias comunidades. Essa experiência é um exemplo positivo e inspirador todos os envolvidos na promoção de um futuro mais consciente e responsável.

Palavras-chave: Resíduos; Reciclagem; Espaço Urbano; Garrafa PET; Mobiliário urbano

Abstract

This paper aims to reveal the importance of sustainability in urban space through the reuse of recyclable materials to create urban furniture. It describes the planning, development and results, provided by the practice experienced in the workshop: “Waste, Recycling and Sustainability in Urban Space”, carried out during the VI International Symposium Urbicentros in João Pessoa /PB. In the workshop, participants understood that they can be agents of change in their own communities. This experience is a positive and inspiring example for everyone involved in promoting a more conscious and responsible future.

Keywords: Waste; Recycling; Urban Space; PET Bottles; Urban Furniture

1. Introdução

A crescente urbanização e o aumento da população nas áreas urbanas têm gerado um desafio significativo em relação à gestão adequada dos resíduos sólidos. A produção e o descarte inadequado de resíduos têm impactos negativos no meio ambiente, na saúde pública e na qualidade de vida das comunidades urbanas. No Nordeste brasileiro, apenas 37,2% dos resíduos sólidos urbanos gerados recebem a destinação adequada [1]. Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis para a gestão dos resíduos se torna uma prioridade para promover a preservação ambiental e a qualidade de vida no espaço urbano.

Com o desenvolvimento da globalização e o aumento do consumo de bens e produtos, a busca pela sustentabilidade vem tornando-se cada vez mais necessária frente aos diversos segmentos que regem o funcionamento das cidades, sobretudo, com relação à construção civil, grande geradora de resíduos sólidos e de poluição.

Portanto, o intuito do presente é revelar a importância da sustentabilidade no espaço urbano por meio do reuso de materiais recicláveis como garrafas PET, e também, evidenciar, o interesse no aproveitamento desses insumos para a criação de equipamentos urbanos simples e de fácil fabricação e manuseio que beneficiem a comunidade no espaço urbano.

2. Reciclagem

Uma prática aliada da arquitetura e do urbanismo sustentável é reduzir os impactos sobre o meio ambiente utilizando o conceito da filosofia dos 3 R's desenvolvido por Iwamura [2] (Figura 1), ou seja, reduzir, reciclar e reutilizar. Estas são maneiras eficientes e que contribuem positivamente para redução do impacto deixado pelas grandes obras da construção civil:

[...] A melhor opção é reduzir o consumo; a segunda é reutilizar os objetos de formas inusitadas – como o emprego de garrafas de vidro ou pneus em paredes; e finalmente, a reciclagem de materiais é a forma mais bem-aceita pelos usuários, pois permite um acabamento construtivo semelhante ao obtido pelo material original, comprometendo menos a estética arquitetônica [2].



Figura 1: Ilustração da filosofia dos 3R's utilizada por Iwamura [2]. Fonte: elaborado pelos autores.

Este trabalho visa apresentar importância da sustentabilidade aplicada ao espaço urbano a partir dos resultados obtidos por meio da experiência prática durante a oficina “Resíduos, Reciclagem e Sustentabilidade no Espaço Urbano”. Ademais, relata também, todo o processo de planejamento, construção e de desenvolvimento da oficina.

Esta oficina foi uma das atividades promovidas no VI Simpósio Internacional Urbicentros, que teve como tema geral Habitar o Centro. O referido simpósio ocorreu de 13 a 15 de abril de 2023 em João Pessoa/PB.

3. Planejamento da oficina

Tendo em vista o interesse de ampliar a vida útil dos materiais pós consumo, esse trabalho evidencia a importância de se utilizar os produtos confeccionados com os materiais recicláveis, como peças que possam agregar à vida em comunidade, gerando novas oportunidades de vivências de lazer no meio urbano. Essa atividade contou com a participação dos membros do projeto de Extensão “Mobilidade Urbana - Ano 5” (ProMob) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFPB (Universidade Federal da Paraíba).

Para a realização da oficina montou-se um grupo de trabalho, o qual promoveu encontros síncronos para debater e definir a linha de atuação da oficina, além de realizar o seu planejamento e execução como mostra o Quadro 1, a metodologia seguida para isso contou com a busca de referências de oficinas que ajudaram na definição de qual seria a proposta geral e depois a busca de tutoriais na internet que ajudaram a estabelecer quais seriam os mobiliários urbanos a serem executados, também foram utilizadas ferramentas colaborativas como o Miro, onde todos os responsáveis puderam apresentar opinião, compartilhar e colaborar com todo o processo de construção da oficina.

Quadro 1: Etapas de planejamento e execução da oficina

Etapas de planejamento e execução da oficina		
Etapas	Atividade	Resultado
1	Levantamento de sugestões para o plano de ação da oficina	Oficina escolhida: Resíduos e Reciclagem (oficina com o intuito de abordar a importância da reutilização e reciclagem de materiais e ensinar a produção de mobiliários utilizando garrafas do tipo PET)
2	Realização campanha para arrecadação de garrafas PET	Coleta do material (não alcançou os resultados esperados)
3	Coleta de material em lanchonetes e cooperativas de catadores de reciclagem	Material recolhido em tipo e quantidade suficientes.
4	Levantamento dos mobiliários que seriam produzidos, quantitativo de garrafas e demais materiais necessários	Modelos escolhidos: puffs, cadeiras, jardineiras, mesinha de centro e cortinas.
5	Limpeza do material a ser utilizado	Higienização, contagem e armazenamento.
6	Produção de protótipos, com o intuito do aprendizado do passo a passo de execução, bem como de organização da oficina	Cadeira de garrafa PET e puff infantil.
7	Armazenamento dos protótipos, garrafas PET e tampas	Separação de garrafas de acordo com o volume e formato, facilitando o manuseio futuro.
8	Montagem da apresentação para os participantes da oficina	Slides com informações sobre o embasamento teórico e passo-a-passo da confecção dos mobiliários

Fonte: Autores

4. Processo de desenvolvimento e construção da oficina

O primeiro passo para o desenvolvimento da oficina foi definir qual seria o seu plano de ação. Dessa forma, o grupo decidiu em reunião que seria abordada a confecção de

mobiliários urbanos tendo como matéria-prima principal as garrafas PET pós consumo. Foram levantadas sugestões de como seria possível fazer a coleta dos materiais necessários para a realização do trabalho. A opção escolhida foi a arrecadação por meio do voluntariado, ou seja, o gerador fazia a entrega voluntária das garrafas em coletores espalhados em alguns pontos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O grupo de trabalho confeccionou cartazes, mostrado na Figura 2, fixou em pontos estratégicos da universidade, além de realizar publicações nas redes sociais, divulgando principalmente no Instagram do grupo de extensão sobre mobilidade urbana (@trama.mobilidadeurbana), informando acerca dos locais de descarte e o período de vigência dessa ação.



Figura 2: Cartaz (esquerda) e pontos de coleta da campanha (direita), colocados na UFPB. Fonte: elaborado pelos autores.

Durante dois meses (de 8 de fevereiro a 3 de abril), os pontos de coleta ficaram ativos, como mostrado na Figura 2, sendo responsabilidade dos membros do grupo realizar o recolhimento diário das garrafas descartadas. Após um mês de coleta percebeu-se que a quantidade de garrafas PET obtidas através da entrega voluntária não seria suficiente para a realização das atividades da oficina, por isso, foi necessário fazer uma busca ativa pelas garrafas em restaurantes, lanchonetes e pizzarias, além de cooperativa de catadores de materiais recicláveis.

Ao passo que as garrafas eram recolhidas, o grupo iniciou uma etapa de pesquisas em sites e vídeos na internet, que ensinam a confeccionar mobiliários a partir de garrafas PET. A partir disso, foram definidos quais mobiliários seriam produzidos: puffs, cadeiras, jardineiras, mesinha de centro e cortinas. No entanto, a dependência da execução de todos esses mobiliários estava relacionada à suficiência de material que o grupo de trabalho iria conseguir reunir.

A partir do recolhimento de uma quantidade razoável de garrafas, em 25 de março de 2023, em um espaço do bloco de Arquitetura da UFPB os seis participantes do grupo de trabalho se reuniram e cooperaram mutuamente na preparação do material coletado. Foi realizada a higienização completa de todas as garrafas, o que inclui lavagem, retirada e descarte dos rótulos, além da separação das tampas, que também passaram por processo de limpeza. Em seguida, as garrafas foram separadas de acordo com a capacidade volumétrica

e o modelo, como mostrado na Figura 3, para que pudessem ser utilizadas de uma maneira mais eficaz durante a confecção dos mobiliários.



Figura 3: Processo de separação volumétrica e por tipo de garrafa. Fonte: elaborado pelos autores.

Neste momento também foi montado o primeiro protótipo: um puff infantil, mostrado na Figura 4 (esquerda). Para este mobiliário, foram necessárias 14 garrafas PET com capacidade de 1 litro. O segundo modelo construído foi uma cadeira com encosto (Figura 4 – direita). A execução deste mobiliário contou com a utilização de 84 garrafas PET com volume de 1 litro.

Para os dois protótipos, foram necessários alguns rolos de fita adesiva transparente, além de estiletes e tesouras. Em ambos os casos, seguiu-se todo o passo-a-passo apresentado nos tutoriais: “Puff de garrafa PET muito fácil e rápido | Ider Alves” [3] e “Cadeira de Garrafa Pet” [4], respectivamente. A realização dessa oficina experimental foi essencial para que o grupo de trabalho entendesse o processo de ressignificação das garrafas PET, pondo em prática por meio da confecção dos mobiliários.



Figura 4: Protótipo de puff infantil (esquerda) e cadeira com encosto (direita). Fonte: elaborado pelos autores.

Após a conclusão da oficina piloto, todos os protótipos fabricados, as garrafas PET não utilizadas e outros materiais relacionados, foram armazenados em um local apropriado para sua preservação. As garrafas PET foram cuidadosamente acondicionadas em sacos plásticos, seguindo uma separação criteriosa com base em seu volume, formato e cor. Essa classificação permitiu uma melhor otimização do espaço e facilitou a identificação posteriormente, quando necessário. Dessa forma, garrafas de tamanhos semelhantes foram agrupadas juntas, enquanto as de formatos especiais ou irregulares receberam uma categorização específica.

As tampas das garrafas também receberam a devida atenção e foram guardadas de maneira adequada. Embora não tenha sido necessária uma separação específica para elas, foram organizadas e armazenadas em conjunto, garantindo que estivessem disponíveis para

utilização futura. Todo esse processo de armazenamento seguro e organizado não apenas facilitou a gestão dos materiais, mas também contribuiu para a preservação dos protótipos e das garrafas PET, evitando danos ou perdas desnecessárias. Essa abordagem responsável garantiu que as garrafas disponíveis pudessem ser aproveitadas de maneira eficiente e sustentável, promovendo a continuidade da montagem da oficina.

A última fase da organização envolveu a montagem da apresentação que seria compartilhada com os participantes da oficina (Figura 5). Para isso, foram coletadas e reunidas diversas informações relevantes acerca dos resíduos sólidos (tipos de resíduos, processos de produção existentes e as diversas formas de acondicionamento, incluindo as práticas recomendadas para o armazenamento adequado) e a apresentação de alternativas e recomendações de como esses materiais podem ser transformados em novos produtos, como a confecção de mobiliários urbanos.



Figura 5: Slide da apresentação para os participantes da oficina. Fonte: elaborado pelos autores.

Na apresentação, também foram detalhadas as etapas necessárias para a confecção de cada mobiliário proposto durante as discussões do grupo de trabalho. Essa abordagem visou permitir que os participantes entendessem o processo envolvido na transformação das garrafas PET em peças úteis, incentivando a criatividade e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

Os slides da apresentação consideraram a necessidade de transmitir de forma clara e didática o passo-a-passo para a produção dos mobiliários urbanos. Com o objetivo de facilitar a compreensão dos participantes, foram inseridas figuras e imagens ilustrativas, escolhidas como forma de exemplificar cada etapa do processo e quais seriam os resultados esperados ao final da oficina.

5. Fabulação da oficina

No primeiro dia, a equipe chegou ao local da oficina, espaço de um projeto comunitário no centro de João Pessoa, para dar início a jornada de aprendizado e criação. Inicialmente foi apresentada uma parte teórica visando nivelamento do conhecimento acerca da temática geral, apresentada pelos coordenadores da oficina, onde os participantes puderam saber um pouco mais sobre os resíduos sólidos urbanos, incluindo o sistema de gerenciamento e as etapas de coleta, tratamento e destinação correta. Osicineiros também receberam informações relevantes sobre a importância da reciclagem e coleta seletiva para o funcionamento adequado das cidades e sustentabilidade urbana.

Após esse momento introdutório, os participantes foram apresentados ao material preparado e receberam instruções detalhadas sobre o passo a passo da confecção dos mobiliários. Com base nesses conhecimentos, foram formados cinco grupos, cada um

responsável por um tipo específico de mobiliário. Cada grupo era composto por, no mínimo, dois participantes e um coordenador da oficina, que desempenhava o papel de orientador e instrutor durante todo o processo. A Figura 6 traz os registros de alguns momentos do primeiro dia de oficina.



Figura 6: Momento teórico e prático da oficina. Fonte: elaborado pelos autores.

No segundo dia, a oficina foi transferida para o prédio do Instituto de Arquitetos do Brasil da Paraíba (IAB- PB), também no centro da cidade, para dar continuidade e finalização ao trabalho. As confecções dos mobiliários foram retomadas, e em questão de horas, a maior parte dos móveis já estava praticamente concluída, necessitando apenas de alguns acabamentos finais.

Além da reutilização das garrafas PET, também optou-se por montar cortinas decorativas utilizando CDs e DVDs velhos. Devido ao tempo limitado, nem todos os mobiliários confeccionados puderam receber o acabamento idealizado (revestimento, pintura e/ou cobertura), com os toques finais necessários. A Figura 7 traz imagens com as ações da oficina no segundo dia.



Figura 7: Ações do segundo dia de oficina. Fonte: elaborado pelos autores.

Como parte da proposta inicial da oficina, em que se propunha uma intervenção táctica na região central com a criação de um espaço de vivência efêmero para os participantes, foi realizada uma pintura na pavimentação do espaço exterior onde os mobiliários seriam instalados. Essa atividade, com alusão ao evento Urbicentros, em que a oficina estava inserida, adicionou um elemento estético e complementar à proposta, contribuindo para a integração dos móveis com o ambiente ao seu redor (Figura 8). Com os produtos quase finalizados, foi feita uma pausa para um lanche, proporcionando aos participantes um momento de descontração e confraternização.

Como encerramento, o espaço foi organizado com o mobiliário, as cortinas afixadas nas janelas da edificação e os participantes se reuniram para troca de experiência e aprendizado na oficina (Figura 8).



Figura 8: Intervenção táctica (esquerda) para montagem do espaço com mobiliário construído e momento de encerramento (direita). Fonte: elaborado pelos autores.

Diante de toda a experiência e vivência proporcionada durante os dias de oficina, obtiveram-se resultados que dizem respeito ao aspecto teórico e resultados que concernem os fatores práticos, relacionados às ações de modo mais direto. Para a concretização da oficina, osicineiros realizaram diversos estudos acerca de aspectos como a: reciclagem e seus processos, desde o seu início, começando dentro das propriedades com a separação dos resíduos sólidos, até o seu fim com o destino do resíduo a outra função, além de também estudar o reaproveitamento das garrafas PET, em específico, na construção de mobiliários, a limpeza destes materiais de modo adequado, sua respectiva manutenção etc.

Todos esses estudos trouxeram à equipe organizadora uma bagagem teórica importante e crucial para que ela fosse capaz de conduzir o treinamento dos participantes da atividade, e principalmente, para que lhes fosse possível entender a importância do tema abordado e, posteriormente, de repassá-los para os participantes. A realização foi por meio de apresentação na forma de seminário, no qual foram repassados conceitos, maneiras e modos de garantir a reciclagem e a sustentabilidade, bem como o passo-a-passo de produção da oficina. Todos os participantes foram envolvidos nesta temática inovadora e sustentável para o futuro, que pode ser realizada por eles nas suas respectivas rotinas, em suas próprias residências.

6. Considerações Finais

Diante dos problemas que envolvem o descarte dos resíduos sólidos, esse trabalho buscou mostrar que a construção de equipamentos urbanos, são uma alternativa sustentável e correta para destinação dos materiais recicláveis, gerando além do impacto positivo para o meio ambiente, um aprendizado prático de como as questões ambientais estão relacionadas às questões urbanas.

Essa experiência mostra a importância de eventos e iniciativas que abordam questões ambientais e urbanas de maneira prática e envolvente. Além de adquirir conhecimentos, os participantes puderam exercitar sua criatividade, trabalhar em equipe e refletir sobre a importância de adotar práticas sustentáveis em suas vidas diárias. Complementarmente, poderão se tornar agentes de mudança em suas próprias comunidades, difundindo os princípios de reciclagem, coleta seletiva e gestão adequada de resíduos. A oficina é um exemplo positivo e inspirador todos os envolvidos na promoção de um futuro mais consciente e responsável.

Referências

- [1] ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2022. ABRELPE, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- [2] MOLETTA, Gabriela. **Reciclagem e resíduos urbanos em arquitetura e design.** Relatório de PIBIC da UFPR, 2017. Disponível em: https://grupothac.weebly.com/uploads/6/8/3/8/6838251/ufpr2017_relfinal_gabriela.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.
- [3] ALVES, Ider. DIY Moda Fashion. **Puff de garrafa PET muito fácil e rápido.** YouTube, 31 de jan. de 2019. Disponível em: <https://youtu.be/KmCKHo7fj1I>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- [4] LUTI, Luciano Magalhães Diniz. **Cadeira de Garrafa PET.** YouTube, 25 de ago. de 2010. Disponível em: <https://youtu.be/N3i6SaSFq-U>. Acesso em: 17 jun. 2023.

Apoio social em estabelecimentos assistenciais de saúde: contribuições da arquitetura e do design

Social support in healthcare establishments: contributions from architecture and design

Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, Mestra, UFMG

ludmilamendes@ufmg.br

Roberta Vieira Gonçalves de Souza, Doutora, UFMG

robertavgs@ufmg.br

Gabriela Souza Podboi Adachi, Graduanda, UFMG

gabrielaadachi@ufmg.br

Resumo

Para identificar critérios para a avaliação da contribuição da arquitetura e do *design* para promoção de apoio social, tomou-se como estudo de caso um hospital. Os critérios foram identificados em publicações do Ministério da Saúde e em referenciais de certificações ambientais. Foram reconhecidos cinco indicadores de apoio social: áreas de espera; acomodações para acompanhantes; sala de entrevistas; áreas internas para convivência; áreas ou jardins externos para convivência. O estudo de caso atendeu plenamente a 30% dos indicadores, parcial a 20%, 20% não foram aplicáveis e 30% não foram atendidos. Foi identificada a necessidade de aprimorar requisitos na normalização da área.

Palavras-chave: Arquitetura hospitalar; *Design* de suporte; Humanização; Bem-estar.

Abstract

To identify criteria for evaluating the contribution of architecture and design to promoting social support, a hospital was taken as a case study. The criteria were identified in publications from the Ministry of Health and in environmental certification references. Five indicators of social support were recognized: waiting areas; accommodations for companions; interview room; internal areas for coexistence; external areas or gardens for coexistence. The case study fully met 30% of the indicators, partially met 20%, 20% were not applicable and 30% were not met. The need to improve requirements in the area's standardization was identified.

Keywords: Hospital architecture; Support design; Humanization; Well-being.

1. Introdução

O ato de humanizar caracteriza a ação de racionalmente cuidar, atentando à presença do próximo e de sua individualidade [1]. Na arquitetura para a saúde, a humanização versa em conceber ambientes que promovam o acolhimento, valorizem o trabalhador - reconhecendo suas subjetividades - e agreguem seus usuários, incitando confiança na cura [2].

Nesse contexto de valorização humana na organização de espaços de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), para a promoção do bem-estar, faz-se pertinente a análise das discussões do Professor Roger S. Ulrich, em sua Teoria de *Design* de Suporte (TDS). De acordo com a TDS, o *design* de suporte consiste em planejar os espaços para a redução do estresse dos usuários, evitando mecanismos que contribuam para o aumento da tensão e, principalmente, incluindo elementos que incentivem o descanso e o alívio da angústia associada aos ambientes hospitalares. A TDS considera que o bem-estar pode ser alcançado se o ambiente oferecer: “senso de controle”, “distrações positivas” e “apoio social”, sendo a presente pesquisa voltada para a análise deste último requisito [3].

O “apoio social” se refere ao contato do paciente com pessoas próximas para amparo físico ou sentimental, como elemento de suporte essencial para os usuários de um EAS. Visando a presença efetiva do apoio social em EAS, é recomendada a previsão de espaços para acompanhantes, como salas de espera planejadas, mobiliários adequados para pernoite, espaços de convivência internos - pensados para incentivar o contato sem interferir na privacidade dos pacientes - e espaços de convivência externos, como jardins, uma vez que locais vegetados ao ar livre contribuem para a cura do paciente ao encorajá-lo a exercitar-se, além de promover o relaxamento em momentos estressantes [3, 4, 5].

No Brasil, a criação de espaços de saúde acolhedores é norteada pela Política Nacional de Humanização (PNH), a partir da valorização da ambiência [6]. Outra importante referência para a concepção de ambientes de saúde, é a Resolução da Diretoria Colegiada N°50 da ANVISA (RDC 50/2002), que regulamenta o planejamento, a programação, a elaboração e a avaliação de projetos físicos de EAS [7].

Os diferentes requisitos de qualidade explorados pelas de certificações de sustentabilidade de edifícios também podem ser considerados para agregar qualidade aos ambientes hospitalares. As certificações AQUA-HQE (*Haute Qualité Environnementale*) [8] e LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) [9] possuem referenciais específicos para organizações de saúde, enquanto a certificação WELL *Building Standard* [10] utiliza evidências para incentivar a promoção de bem-estar em edifícios de modo geral.

Este artigo é um recorte de uma dissertação de mestrado e tem como objetivo identificar critérios de avaliação para analisar a contribuição da arquitetura e do *design* para a promoção de apoio social, tomando como estudo de caso um hospital geral.

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (1) identificação de indicadores de apoio social e (2) aplicação dos indicadores em um estudo de caso.

2.1. Identificação de indicadores de apoio social

Na primeira etapa, conteúdos relacionados à promoção de apoio social, segundo o conceito explanado na TDS, foram explorados a partir da leitura dos textos da RDC 50/2002, da

CA/PNH e dos referenciais técnicos dos certificadores AQUA-HQE, LEED e WELL. Para reconhecer os requisitos AQUA-HQE relacionados ao apoio social, foi consultado o Referencial de Certificação Edifícios do Setor de Serviços – Organizações de Saúde, de 2011, sendo este um referencial específico para EAS [8]. Os requisitos LEED foram identificados a partir do Referencial LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios, de 2014 (BD+ C: Unidades de saúde) [9] e das atualizações da versão 4.1, de 2021 [11]. Para a identificação dos requisitos WELL, foi consultada a versão v2 do Referencial, de 2020 [10]. Os indicadores de “apoio social” reconhecidos foram listados em uma tabela, onde foram registrados os requisitos presentes em cada uma das fontes consultadas, quando aplicável.

2.2. Aplicação dos indicadores em um estudo de caso

Os indicadores relacionados ao “apoio social” identificados nas publicações do Ministério da Saúde e nos referenciais técnicos das certificações foram testados no Hospital São Vicente de Paulo (HSVP), localizado em Belo Horizonte, MG, e inserido dentro de um campus universitário de ciências da saúde.

O HSVP possui capacidade instalada para 504 leitos e apresenta atividades que incluem diferentes perfis de usuários de EAS. A edificação é separada em alas, nomeadas conforme suas orientações geográficas. O Centro de Terapia Intensiva (CTI) de Adultos, situado na Ala Leste do 3º pavimento, e a Internação de Clínica Médica, situada na Ala Norte do 7º pavimento, foram as unidades escolhidas para a análise de indicadores específicos para ambientes internos. Indicadores mais gerais, relacionados a áreas comuns a todos os usuários, foram analisados para a edificação como um todo.

Para o estudo de caso, foi necessária a submissão do Projeto de Pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), via Plataforma Brasil e à Rede Pesquisa da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). A aprovação pelos dois comitês de ética, ocorrida em setembro de 2022, possibilitou o acesso às plantas da edificação e a realização de visitas *in loco*. O reconhecimento preliminar dos setores foi realizado a partir das plantas do levantamento arquitetônico do hospital. Dessa forma, foi verificada, a área disponível, a interligação com áreas externas e a localização do CTI de Adultos e da internação da Clínica Médica, do 7º pavimento; a existência de áreas de convivência para funcionários; e de áreas acessíveis aos acompanhantes e visitantes, tais como as áreas de espera e de convivência.

Após identificar os ambientes para o estudo dos indicadores, foram realizadas duas visitas técnicas, acompanhadas pelos arquitetos da EBSEH. A primeira ocorreu no dia 29 de setembro de 2022, nas áreas externas do complexo hospitalar, na capela do hospital e no CTI de Adultos. Na segunda visita, dia 8 de outubro de 2022, foi visitada a ala de internação da Clínica Médica e as áreas da entrada principal do hospital. Durante as visitas, foi realizado um levantamento fotográfico das áreas e do mobiliário disponível, para comparação com os requisitos da ferramenta SomaSUS [12], disponibilizada pelo Ministério da Saúde.

Por fim, os resultados das análises foram apresentados em uma tabela com a identificação do atendimento ou não dos indicadores, conforme os requisitos levantados na etapa anterior.

3. Aplicações e Resultados

3.1. Identificação de indicadores de apoio social

A consulta aos textos da RDC 50/2002, da CA/PNH e dos referenciais técnicos dos três certificadores selecionados reconheceu 5 indicadores de “apoio social” (Quadro 1).

Quadro 1: Indicadores de apoio social reconhecidos na literatura

Indicador	Fonte	Requisitos
Áreas de espera	RDC 50/2002	Obrigatórias para internação intensiva. Área mínima de 1,3m ² /pessoa
	CA/PNH	Área de espera capaz de acolher visitantes. Acesso fácil a sanitários e bebedouros.
Acomodações de acompanhantes	RDC 50/2002	Espaço para poltrona de acompanhante ao lado dos leitos de geriatria, neonatologia e pediatria.
	CA/PNH	Espaços capazes de acolher os acompanhantes
Sala de entrevistas	RDC 50/2002	Atendimento a acompanhantes para o repasse de informações de pacientes internados (opcional para unidade de internação intensiva)
	CA/PNH	Incorporar espaços capazes de acolher os visitantes: ambiente de escuta.
Áreas internas para convivência	CA/PNH	Espaços de encontros, escuta e recepção, para a interação entre usuários e funcionários e entre equipes de funcionários, com mobiliários confortáveis e suficientes. Salas onde o paciente, em condições, possa receber visita fora do leito.
	WELL	<u>Engajamento cívico</u> : espaço comunitário interno $\geq 186\text{m}^2$, com sinalização e comunicação sobre as condições de uso, acessível e com assento de qualidade. <u>OU</u> espaços para reuniões e eventos, capacidade ≥ 10 pessoas, disponibilidade semanal.
Áreas ou jardins externos para convivência	CA/PNH	<u>Jardins e áreas com bancos</u> : lugar de estar, relaxamento, encontros e integração. Prever ambiências externas multifuncionais para espera confortável e para práticas de convívio, interação e atividades físicas.
	AQUA-HQE	<u>Qualidade dos espaços exteriores para usuários</u> : espaços de convívio, repouso ou atividades particulares, acessíveis a todos os usuários.
	LEED	<u>Acesso direto a pátio, terraço, jardim ou sacada externa</u> : Área $\geq 0,5\text{m}^2$ /paciente para 75% dos pacientes internados e 75% dos pacientes externos, que permaneçam por mais de 4h no EAS. <u>Espaço externo para a interação</u> : com o ambiente; social; recreação passiva e atividades físicas, $\geq 30\%$ da área do terreno. Ao menos 25% desse espaço deve ter vegetação (exceto gramado) OU com cobertura vegetal aérea. Deve ser acessível e ter pavimentação ou gramado para pedestres e/ou para recreação, com elementos para atividades sociais externas e/ou atividades físicas; OU jardim com diversidade em vegetação e espécies durante todo o ano; OU jardins comunitários ou produção de alimento.
	WELL	<u>Acesso à natureza ao ar livre</u> : área $\geq 5\%$ da área interna acessível aos ocupantes regulares; 70% desta área, visto de cima, deve ter plantas ou elementos naturais. OU Espaço verde ou com água, situado a até 200m do limite do edifício, disponível aos ocupantes, com área $\geq 1,25$ acres (5.060 m ²); <u>Engajamento cívico</u> : espaço comunitário $\geq 186\text{m}^2$, com sinalização e comunicação sobre as condições de uso, acessível e com assento de qualidade. OU espaços externos para reuniões e eventos com capacidade ≥ 10 pessoas, disponíveis ao menos semanalmente.

Fonte: Autores (2024), com base em Brasil (2002; 2010) [7,6]; Fundação Vanzolini (2011) [8]; USGBC (2014; 2021) [9,11]; IWBI (2020) [10].

A relevância do acolhimento para os visitantes e acompanhantes é evidenciada em todos os indicadores detectados. Os três primeiros indicadores foram reconhecidos apenas nas publicações do Ministério da Saúde. Os demais, além de abrangerem o acolhimento, destacam a importância dos locais de encontros e estão presentes na CA/PNH e em, pelo menos, um referencial técnico de certificação. Conforme exposto no Quadro 1, as áreas externas ou jardins para relaxamento, encontros e interação compõem um indicador de apoio social presente nas cinco referências, com requisitos variados, sendo voltado a todos os perfis de usuários de EAS.

3.2. Aplicação dos indicadores

Para a Internação de Clínica Médica não é obrigatória a existência de área de espera própria. Logo, para essa unidade foi considerada a análise da área de espera geral do HSVP, situada no

hall principal. Próximo ao controle de portaria existem bebedouros e dois banheiros separados por sexo. O espaço de espera é vasto, com divisões físicas que delimitam as áreas de controle de entrada; controle de internação e alta; e de espera de pacientes com alta. A área “A” corresponde a um espaço aberto de circulação, com algumas cadeiras distribuídas. Considerando o número de cadeiras disponíveis no dia da visita, têm-se 1,3m² por pessoa para a área “B” e 1,9m² para a área “C”, sendo atendido o requisito de área mínima de 1,3m² por pessoa, presente na RDC 50/2002. (Figura 1). É permitido aos visitantes subir para as alas de internação somente nos horários de visitas, ou para troca de acompanhante.

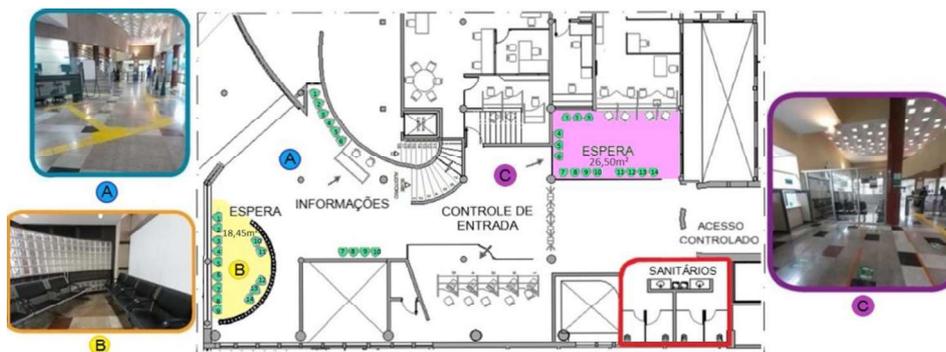


Figura 1: Áreas de espera no pavimento térreo. Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme a RDC 50/2002, o CTI de Adultos conta com uma área de espera específica do setor. Esta área é necessária em virtude da limitação do número de visitantes por paciente simultaneamente. As fileiras de longarinas são distribuídas pelo Hall central do 3º pavimento, próximas à entrada do CTI (Figura 2). O acesso ao bebedouro fica em um corredor próximo, na Ala Norte, mas não há bebedouro acessível. Não existem banheiros para visitantes neste hall, ou nas proximidades do CTI. Embora a visita ao setor tenha tempo limitado e o período de permanência nesta área de espera seja curto, os requisitos deste indicador de apoio social não foram atendidos devido à limitação para o uso de banheiros e bebedouros.

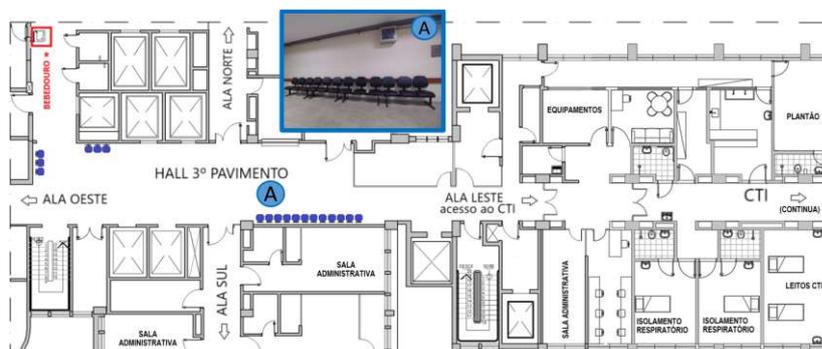


Figura 2: Área de espera - CTI de Adultos; bebedouro e banheiro mais próximos. Fonte: Autores.

O HSVP permite visitas aos pacientes do CTI de Adultos, mas a permanência como acompanhante não é permitida. Logo, a existência de acomodações para a pernoite de acompanhantes não é aplicável a pacientes em tratamento intensivo, tendo sido analisada apenas para a internação da Clínica Médica. Dentro da unidade de internação analisada, a RDC 50/2002 estabelece a obrigatoriedade de uma poltrona ao lado do leito apenas para o acolhimento a acompanhantes de pacientes idosos. Não obstante, durante a visita foram observadas poltronas reclináveis ao lado de todos os leitos de todas as enfermarias (Figura 3). Apesar das fontes consultadas não apresentarem requisitos claros quanto ao conforto das poltronas, foi observado que as mesmas são estofadas com material de fácil higienização, possuem apoio para os braços e para os pés. Portanto, este indicador foi considerado atendido.



Figura 3: Poltronas para acompanhantes ao lado dos leitos da Clínica Médica. Fonte: Autores.

A sala de entrevistas é um ambiente opcional para CTI, não sendo citada para outras unidades de internação. Trata-se de um ambiente onde as informações sobre o quadro clínico do paciente são repassadas para a família. A partir da análise da planta do hospital, e também durante a visita, foi confirmada a existência deste ambiente no CTI de Adultos. Ainda que a RDC 50/2002 e a CA/PNH não citem requisitos mínimos para o layout deste ambiente, a consulta à planta (Figura 4) e à lista complementar de mobiliário, disponibilizadas pela ferramenta SomaSUS, possibilitou um comparativo com o mobiliário existente no local do estudo de caso (Figura 5). A mesa de canto e a poltrona não foram identificadas na sala de entrevistas do CTI. Porém, o ambiente dispõe de mobiliários e equipamentos presentes na lista complementar da SomaSUS, que não estão presentes na planta de referência, tais como: mesa para computador; computador; arquivo; e armário. Tendo em vista que a maioria dos mobiliários citados na ferramenta foram identificados no ambiente, o indicador foi considerado atendido.



Figura 4: Sala de Entrevistas do CTI. Fonte: Autores



- M006 – cadeira
- M011 – mesa de reunião
- M023 – quadro de avisos
- M030 – poltrona
- M034 – sofá
- M054 – mesa de centro

Figura 5: Modelo de layout para Sala de Entrevistas. Fonte: SomaSUS, 2024 [12].

A única área interna de convivência, aberta a todos os usuários da edificação, é uma capela (Figura 6). Essa capela possui área física de 110m², inferior à área mínima determinada pelo primeiro critério do referencial WELL (de 186 m²). Contudo, a capela atende ao segundo critério de avaliação WELL, pois pode ser considerada um espaço para eventos semanais com capacidade para mais de 10 pessoas. Localizada na Ala Oeste do 7º andar, a capela é isolada fisicamente das demais alas de internação, a partir do referido pavimento, sendo necessário o deslocamento ao pavimento inferior, onde as circulações verticais viabilizam o acesso (Figura 7). Como indicador de apoio social, este ambiente foi considerado como atendimento parcial.



Figura 6: Capela do HSVP. Fonte: Autores.

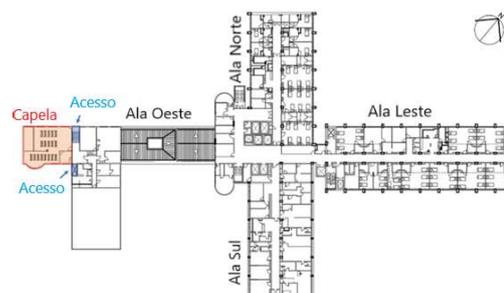


Figura 7: Localização da Capela. Fonte: Autores.

Dentro dos limites da edificação do HSVP não existem jardins ou áreas externas acessíveis aos usuários. A edificação está inserida em um campus universitário da área de saúde, que apresenta sete edifícios para atendimento ambulatorial e para moradia para médicos residentes, a Escola de Enfermagem e a Faculdade de Medicina. Durante a visita técnica foram detectados espaços ao ar livre com bancos e canteiros (Figura 8).



Figura 8: Localização dos jardins. Fonte: Fotos - Autores; Mapa - Google Earth, 2024, alterado pelos Autores

Estes espaços estão situados nas rotas para pedestres entre os edifícios do Campus. Apesar de serem abertos ao público e poderem ser usufruídos pelos funcionários, visitantes e pacientes em consulta, estes locais são considerados de difícil acesso aos pacientes internados. Dentre as fontes consideradas, os referenciais LEED e WELL apresentam requisitos específicos para áreas ou jardins, não tendo sido identificado o atendimento a nenhum dos requisitos do Quadro 1. Os espaços reconhecidos no Campus possuem vegetação escassa e poucos bancos, em posições que não contribuem para a interação social. Estes espaços não são sinalizados e não são acessíveis a todos os perfis de usuários. A área com maior cobertura e diversidade vegetal está localizada próxima à entrada do Hospital Borges da Costa, distante a mais de 200m da edificação em estudo, superando o limite colocado pela certificação WELL.

4. Análises dos Resultados ou Discussões

Os resultados do atendimento dos indicadores de apoio social no estudo de caso são exibidos no Quadro 2. Aqueles considerados com atendimento integral aos requisitos, seja pela existência de um ambiente, ou de mobiliário adequado, estão destacados na cor azul. A cor cinza representa o atendimento parcial ao indicador, a cor vermelha o não atendimento aos requisitos e a cor branca remete à não aplicabilidade do indicador para o setor avaliado. Pelo resultado geral, os indicadores atenderam plenamente a 30% das situações à qual foram analisados, parcialmente a 20%, não foram aplicáveis a 20% e não atenderam a 30%. Considera-se, portanto, baixo o atendimento aos requisitos analisados.

Quadro 2: Atendimento do estudo de caso para os indicadores de apoio social

Indicador	Usuário	Atendimento ao indicador	
		CTI	Clínica Médica
Áreas de espera	Acompanhantes e visitantes	Não atende	Atende
Acomodações para pernoite	Acompanhantes	Não se aplica	Atende
Sala de entrevistas	Acompanhantes e visitantes	Atende	Não se aplica
Áreas internas para convivência	Todos, exceto pacientes do CTI	Atende parcialmente	
Jardins ou áreas externas acessíveis para convivência	Todos, exceto pacientes do CTI	Não atende	

Fonte: Autores.

A área de espera geral atendeu aos requisitos mínimos de área, à presença de longarinas, banheiros e bebedouros. O espaço apresenta uma variedade de formas, cores e materiais, além de um jogo de luzes junto ao teto. A normalização a respeito, no entanto, poderia explorar a ambiência do espaço como um todo, com requisitos mais específicos.

A avaliação das acomodações para pernoite foi baseada na presença de uma cadeira reclinável estofada com material lavável, ao lado do leito. Este é um requisito mínimo a ser observado. Critérios mais refinados poderiam medir níveis de conforto para cadeiras ou poltronas reclináveis e sofás-cama, que possam ser oferecidos para os acompanhantes.

A existência de “sala de entrevistas” poderia ser incluída em uma revisão da RDC50, ao menos, como opcional para outras unidades de internação além do CTI, uma vez que por vezes parentes recebem notícias desagradáveis sobre pacientes em corredores e outros espaços inadequados para tal. Trata-se de um importante ambiente para os informes às famílias dos pacientes, que agrega privacidade em momentos difíceis. É notório que a inclusão como ambiente “opcional” pode não ser acatada por motivos de limitação de área física que privilegiam ambientes obrigatórios. Mas, a recomendação pode alertar e incentivar projetistas e gestores hospitalares sobre a relevância deste ambiente.

O atendimento parcial por parte da existência de uma Capela, como área interna de convivência, ocorreu por este ser um ambiente relacionado exclusivamente ao Cristianismo. O simbolismo de tal relação pode despertar acentuada importância para alguns usuários, porém pode não ter relevância para outros. A existência de outro ambiente interno de uso comunitário, sem simbolismo religioso, poderia ser benéfica para um alcance maior do apoio social.

Por fim, os jardins acessíveis são amplamente recomendados nos materiais consultados. Este indicador de apoio social deveria receber uma atenção especial em ambientes hospitalares, visto que sua existência pode ser vinculada tanto à restauração, como a um ambiente de convivência. Tanto a CA/PNH, quanto todos os referenciais de certificadores estudados, indicaram que a presença de jardins pode ser benéfica para todos os perfis de usuários de EAS.

5. Considerações Finais

De modo geral, o apoio social em EAS refere-se à interação dinâmica entre os trabalhadores, pacientes e visitantes. O apoio social provido pela ambiência hospitalar implica em facilitar a interação entre os usuários por meio de recintos e mobiliários acolhedores, com vistas a intensificar a promoção à saúde e o contentamento profissional no ambiente de trabalho.

Esta pesquisa evidenciou a necessidade da inclusão de espaços acolhedores em EAS, para além das exigências da RDC 50/2002. Os demais materiais consultados para a identificação dos indicadores de “apoio social” apresentam requisitos relevantes, que podem nortear projetistas para a criação de espaços internos e externos voltados para a restauração e para a interação.

A aplicação dos indicadores em um estudo de caso colaborou para um melhor entendimento dos requisitos estabelecidos e para o reconhecimento da necessidade de aprimorar tais requisitos. Alguns parâmetros para mensurar o “apoio social” oferecido pelos ambientes hospitalares podem ser acrescidos à análise ou especificados em maior detalhe, a fim de garantir de maneira mais assertiva a promoção do bem-estar dos usuários.

Os parâmetros a serem refinados poderiam ser melhor identificados a partir de pesquisas de satisfação com usuários de EAS. Da mesma forma, é reconhecida a relevância de pesquisas que busquem e explorem outras fontes para a identificação de indicadores de “apoio social”, relacionados à ambiência de EAS.

Referências

- [1] WALDOW, V.R.; BORGES, R.F. Cuidar e humanizar: relações e significados. **Acta Paul Enferm**, v. 24 (3), 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002011000300017>.
- [2] OLIVEIRA, C.; GOMES, C.A.; PEREIRA, A.D.A.; LOMBA, M.L.L.F.; POBLETE, M.; BACKES, D.S. Acolhimento e ambiência hospitalar: percepção de profissionais da saúde. **Acta Paul Enferm**, v. 35, 2022. DOI: 10.37689/acta-ape/2022AO032166.
- [3] ULRICH, R. S. Effects of interior design on wellness: Theory and recent scientific research. **Journal of Health Care Interior Design**, v. 3, 97-109, jan. 1991.
- [4] CHALFONT, G.; ULRICH, R.S. Design with nature for ageing: health-related effects in care settings. In: GROMARK, S.; ANDERSON, B. (edit). **Architecture for residential care and ageing communities**. New York, NY: Routledge, p. 189-201, 2021.
- [5] CHO, M. Evaluating Therapeutic Healthcare Environmental Criteria: Architectural Designers' Perspectives. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 20 (2), 1540, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph20021540>.
- [6] BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Núcleo Técnico da Política Nacional de Humanização. **Ambiência**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Núcleo Técnico da Política Nacional de Humanização. 2. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010.
- [7] BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Dispõe sobre o regulamento para o planejamento, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, 2002.
- [8] FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação edifícios do setor de serviços Processo AQUA: organizações de saúde**. São Paulo: FCAV, 2011.
- [9] USGBC. UNITED STATE GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios**. 2014.
- [10] IWBI. INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE. **WELL v2: The next version of the WELL Building Standard**. 2020
- [11] USGBC. UNITED STATE GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 Building design and construction**. 2021.
- [12] SOMASUS. **Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimento em Saúde**. Disponível em: <http://somasus.saude.gov.br/somasus/redirect!tamanhoTela.action>. Acesso em 30 jan. 2024.

Madeira laminada e lamelada colada como tecnologia alternativa para a sustentabilidade em projetos de arquitetura

Laminated and Glued Laminated Timber as Alternative Technology for Sustainability in Architectural Projects

Samuel da Silva Santos, Doutorando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

arquitetosamuelsantos@hotmail.com

Jane Eliza de Almeida, Dr^a. Docente, Universidade do Estado de Mato Grosso.

jane.almeida@unemat.br

Matheus Zanghelini Teixeira, Doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina.

matheus.zt@posgrad.ufsc.br

Camila Alves Corrêa, Doutoranda, Universidade do Estado de Santa Catarina.

ca.correa@edu.udesc.br

Resumo

Os produtos de madeira engenheirada, como a Madeira Lamelada Colada (MLC), a Madeira Lamelada Colada Cruzada (CLT) e o Laminated Veneer Lumber (LVL), são soluções promissoras para o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil nacional. Este estudo se concentra na definição e discussão do uso desses materiais industrializados em aplicações arquitetônicas, empregando mapeamento bibliométrico. Com propriedades construtivas eficientes, esses produtos alinham-se aos princípios da sustentabilidade. O estudo ressalta a necessidade de intensificar o debate e a adoção dessas tecnologias na construção civil brasileira, onde sua utilização ainda é mais comum em países europeus e norte-americanos.

Palavras-chave: Projeto; Arquitetura; Madeira industrializada; Construção Civil

Abstract

Engineered wood products, such as Glued Laminated Timber (GLT), Cross-Laminated Timber (CLT), and Laminated Veneer Lumber (LVL), offer promising solutions for sustainable development in the national construction sector. This study focuses on defining and discussing the use of these industrialized materials in architectural applications through bibliometric mapping. With efficient structural properties, these products adhere to sustainability principles. The study emphasizes the need to intensify the debate and adoption of these technologies in Brazilian construction, where their use is currently more prevalent in European and North American countries.

Keywords: Project; Architecture; Engineered Wood; Construction Industry

1. Introdução

O desenvolvimento sustentável é uma preocupação para o setor da construção civil, originando um esforço no sentido de transpor os conceitos de sustentabilidade para o ambiente construído, atendendo a elevada quantidade de recursos do consumo, o quantitativo de resíduos que produz, a sua implicação na economia e a sua inter-relação com a sociedade. No Brasil, o problema do descarte inadequado de resíduos é muito preocupante, a reciclagem é uma das principais alternativas como forma de proporcionar novas tecnologias em produtos construtivos, além da utilização de próprios recursos locais de origem natural [6].

A madeira está presente na vida do homem desde os primórdios servindo como sistema de abrigo, sempre exerceu um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade civil, em decorrência de sua versatilidade e resistência estrutural. Ao longo dos tempos foram sendo dominadas técnicas de manipulação que permitiram sua utilização, esse material de fonte renovável foi o primeiro a ser utilizado para a construção de abrigos de proteção humana [7]. O Brasil é um país de grande reconhecimento florestal, no entanto, na visão de muitos brasileiros, construções feitas em madeira são associadas a improviso, ou uma arquitetura considerada “pobre”. Algo extremamente enganoso, pois este quadro de rejeição do material herdado por um processo de aculturação falho, tem mudado com o passar dos tempos [9].

A substituição de materiais como aço, concreto e alumínio por componentes de madeira tem o potencial de contribuir na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), desempenhando um papel crucial no desenvolvimento sustentável da indústria da construção [15]. O mercado global de produtos de madeira engenheirada já vale US\$ 1,7 bilhão, com expectativa de alcançar US\$ 3,6 bilhões até 2027, impulsionado pela demanda por edifícios sustentáveis em razão da adesão do mercado à agenda ESG atendendo à crescente demanda por mitigação dos impactos ambientais. Apesar de ser uma tecnologia nova no Brasil, produtos como o *Cross Laminated Timber* - CLT, a Madeira Lamelada Colada- MLC e o *Laminated Vanner Lumber* – LVL oferecem comprovada capacidade estrutural, funcional e estética, possibilitando projetos inovadores e facilitando sua aplicação por profissionais. Esses produtos, resultantes de avançada tecnologia de produção e seleção de matéria-prima, abrem novas possibilidades arquitetônicas [9; 14; 20].

O uso de sistemas construtivos de madeira laminada e lamelada colada na arquitetura nacional potencializa o surgimento de novas alternativas construtivas e fortalece pautas relacionadas a sustentabilidade incorporada a produtos de utilização no campo da arquitetura e engenharia. Discussões por meio de estudos que viabilizem a utilização do material possui forte influência na difusão de sistemas construtivos de madeira, e contribui para o desenvolvimento sustentável desejado pela Agenda 2030, que busca garantir um planeta saudável às futuras gerações [13]. Objetiva-se apresentar os três principais produtos engenheirados de composição laminada e lamelada colada em madeira, apresentando análises de suas potencialidades para uso em projetos de arquitetura. Além disso, é avaliado o panorama mundial de discussão científica sobre a utilização desses produtos como sistema construtivo. Com isso, busca-se contribuir no processo de aculturação do uso da madeira como material construtivo aplicado por meio de técnicas capazes de proporcionar edificações eficientes e de qualidade no setor de construção civil.

2. Procedimentos Metodológicos

Esse trabalho está fundamentado em uma ampla pesquisa bibliográfica. Para a etapa de coleta de dados, definiu-se a base de dados Scopus® e banco de dados próprio, fruto de pesquisas já realizadas anteriormente.

Para a coleta de dados do panorama de discussão científica sobre a utilização dos produtos de CLT, MLC e LVL foi possível identificar em uma amostra de 1.780 artigos entre o período de 10 anos (2013 a 2023). Para delinear o levantamento da literatura científica pertinente, foi utilizada das seguintes frases-chaves: Madeira Lamelada Colada *Cross Laminated Timber*, e *Laminated Veneer Lumber* aplicado na construção civil. As informações de citação e as bibliográficas dos artigos foram exportadas da base de dados em formato CSV (excel) e importadas na ferramenta VOSviewer®, um software que cria, visualiza e explora mapas bibliométricos. No VOSviewer® foi gerado mapas dos principais países que publicam artigos com a temática de interesse.

Com os mapas elaborados, foram explorados artigos com o objetivo de identificar os estudos mais relevantes sobre o uso de CLT, MLC e LVL como produtos de madeira laminada e lamelada colada, categorizados como engenheirados e aplicados no setor da construção civil. O intuito foi obter uma visão do panorama mundial de discussão sobre a aplicabilidade dessas tecnologias sustentáveis em projetos arquitetônicos entendendo seu desenvolvimento sobre a ótica de utilização da madeira como material contrutivo nas novas concepções projetuais.

3. Resultados

Os produtos de madeira laminada e lamelada colada oferecem capacidades estruturais superiores e propriedades que eliminam deficiências como rachaduras, nós e limitações de comprimento encontradas na madeira maciça. Adaptam-se a diversas aplicações, como vigas, caibros, painéis e assoalhos, sendo ideais para projetos arquitetônicos e de engenharia. Suas propriedades físicas e mecânicas são determinadas pelas especificações da madeira utilizada e por rigorosos processos de fabricação e controle de qualidade. Na arquitetura, são usados tanto em elementos não estruturais, como divisórias e fabricação de mobiliários, quanto em elementos estruturais, como telhados e paredes. Produtos industrializados de madeira oferecem flexibilidade dimensional, resistência mecânica e durabilidade, possibilita a produção de vigas, pilares, decks, revestimentos e outras necessidades arquitetônicas [3; 19; 20]

3.1. *Cross Laminated Timber* – CLT

Os painéis CLT são pré-fabricados e compostos por camadas de lamelas de madeira (tábuas) que são dispostas ortogonalmente, ou seja, sobrepostas de forma perpendicular entre si, e unidas com adesivo estrutural submetido a alta pressão (Figura 1). Um painel de CLT é composto por camadas em numeração ímpar, seja de 3, 5 ou 7; que resulta em placas com até 3,00 m de largura e 12,00 m de comprimento [1; 2]. Os painéis são fabricados, e levados até o local de montagem da estrutura. Após montar a estrutura projetada, os tetos e paredes podem receber argamassas e pinturas diretamente na superfície da madeira além do uso de placas de gesso, cimentícia e entre outras, que possibilita a aplicação de revestimentos convencionais como cerâmica e porcelanato em qualquer ambiente, até mesmo em áreas molháveis [2; 5].

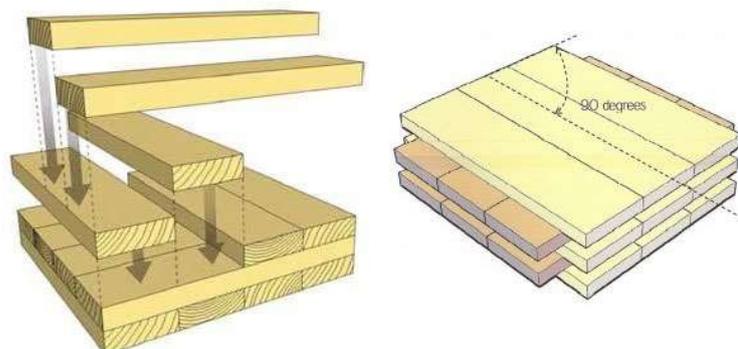


Figura 1: Princípio básico da formação de painéis de CLT. Fonte: Dias (2018).

A montagem de estruturas em CLT não exige um grande número de mão de obra, em razão das paredes e pisos utilizarem apenas conectores de metal para sua fixação e união entre eles. Atualmente existem diversos tipos de conexões utilizadas para fixar os painéis de CLT. Utiliza-se de parafusos ou conectores metálicos, como: cantoneiras, chapas perfuradas, T metálico, entre outros que possibilitem unir as diferentes peças estruturais [2; 5].

O CLT possui características físicas que propiciam um eficiente desempenho mecânico. Entre elas, estão as resistências à flexão e compressão, que por meio da estrutura de laminação cruzada proporciona uniformidade e alta capacidade mecânica. É possível criar vãos livres maiores, balanços e cargas que podem ser projetadas em diferentes direções que propiciam ao projetista novas, diferentes e inovadoras possibilidades de design na arquitetura [5].

3.2. Madeira Lamelada Colada- MLC

O MLC consiste na fabricação realizada por meio da técnica de união de lamelas (tábuas) unidas por adesivos (Figura 2). A formação do MLC constitui-se na disposição em que as fibras estejam paralelas entre si, projetando as mais diversas formas estruturais, desde pequenas passarelas e abrigos, até mesmo grandes estruturas das mais variadas formas estéticas, chegando a cobrir vãos com até 100 m sem a necessidade de qualquer apoio. O produto de MLC possui propriedades que oferecem alta durabilidade e resistência à umidade. Utiliza-se na construção de vigas, pilares, pergolados, coberturas, passarelas, escadas, painéis e em diversos revestimentos. O MLC proporciona peças de madeira estrutural capazes de produzir formas curvas e arqueadas. Sua conexão é feita com a ajuda de parafusos, buchas e chapas de aço [10; 12].

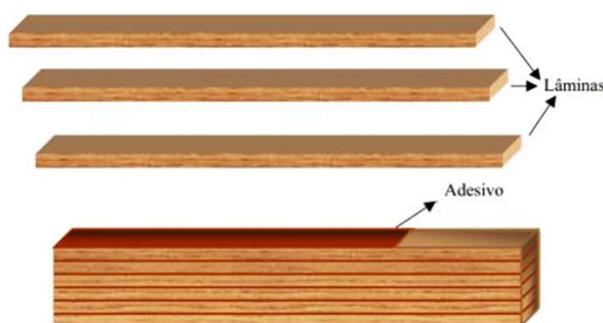


Figura 2: Princípio básico da formação do MLC. Fonte: Shigue (2018).

O MLC é um produto de madeira lamelada que permite realizar grandes envergaduras por possuir capacidade de suporte de carga, baixo peso próprio e flexibilidade com curvaturas que permite construir formas arquitetônicas com maior liberdade. Possui alta resistência ao fogo, a substâncias químicas, aplicação de forças mecânicas, estabilidade dimensional, exige um número menor de ligações e possui leveza que propicia um fácil manuseio do material na sua montagem, além de ser de matéria prima renovável [4].

3.3. *Laminated Venner Lumber – LVL*

O LVL segue o mesmo princípio básico de montagem do MLC, o que difere é que nesse produto ocorre a união de lâminas e não lamelas de madeira, posteriormente, também coladas por adesivo estrutural adequado. Os folheados de madeira que formam o LVL podem ser de 2 a 4 mm de espessura colados por adesivos fenólicos resistentes às intempéries (Figura 3). A tecnologia empregada na fabricação do LVL possibilita maiores dimensões do produto final sem muitas limitações, o que permite sua utilização na produção de painéis de madeira que podem derivar na produção de outros produtos de aplicação estrutural. Um produto de LVL é comparado ao potencial de resistência de uma madeira maciça, concreto e até mesmo do aço [8; 11].



Figura 3: Chapas de LVL. Fonte: Acervo do autor (2020).

O LVL proporciona versatilidade para a execução de projetos de arquitetura e engenharia e possibilita substituir peças de madeira utilizadas convencionalmente em usos estruturais, tanto em aplicações externas ou internas, na aplicação de acabamentos, elaboração de mobiliário, e outros usos de possível emprego ao material [16]. O LVL possui capacidade mecânica de suportar cargas pesadas, além de percorrer distâncias maiores do que a madeira maciça. O produto laminado tem a capacidade de possibilitar cortes em diferentes formas que viabilizam a criação de inovações estruturais com formas angulares e curvas. Além disso, trata de um material econômico e sustentável, proporciona uma alta confiabilidade e resistência estrutural nas aplicações dentro da engenharia e arquitetura [3].

4. Discussões

O conhecimento de utilização do CLT como material de construção civil, já possui uma extensa rede de pesquisadores em diferentes países que produzem materiais técnico-científico como forma de comprovar suas potencialidades de uso em projetos de arquitetura. Na Figura 4 é possível identificar esse panorama mundial, com destaque para o Canadá, Estados Unidos e Itália como os maiores países produtores desse conhecimento. O Brasil encontra-se como um dos países com menor concentração de discussões científicas sobre a temática. No entanto, devido à natureza relativamente nova dessa tecnologia, que está gradualmente ganhando espaço e aceitação nacional, é possível identificar que as discussões adquirem maior atualidade durante o período analisado.

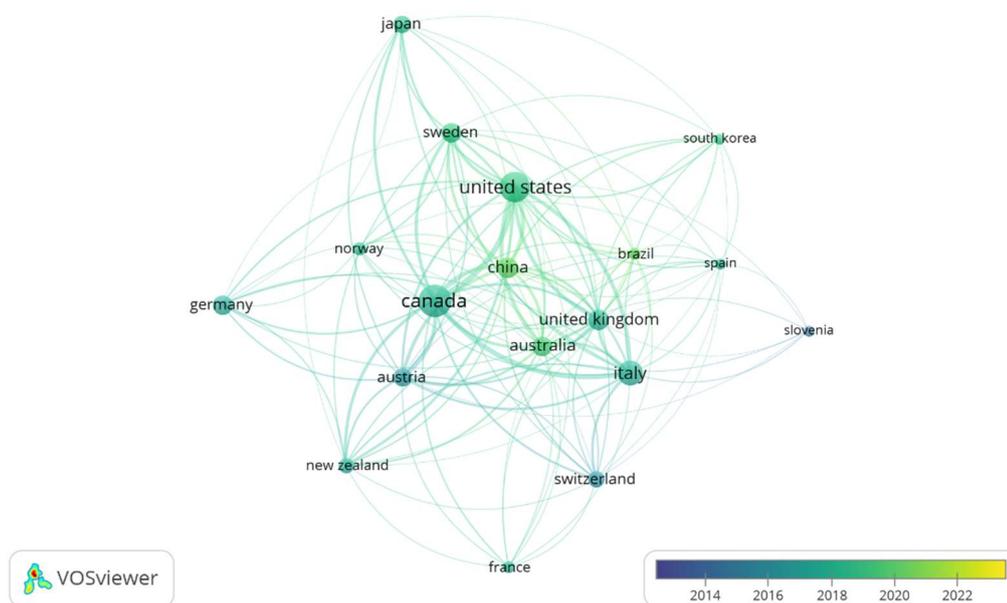


Figura 4: Mapa dos principais países com produção científica sobre o CLT. Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim como o CLT, o MLC é um dos produtos de madeira engenheirada que possui uma ampla utilização no setor de construção civil e forte presença nas produções científicas com abordagens de sua aplicabilidade em projetos de arquitetura e engenharia. Na Figura 5 é possível identificar que os Estados Unidos, a China e a Alemanha estão entre os países com maior número de produção científica, a respeito da aplicação do MLC como produto de construção civil. Em contrapartida, o Brasil não se encontra entre os principais produtores desse conhecimento, com destaque para a China e França com maior atualidade de produções científicas entre o período analisado.

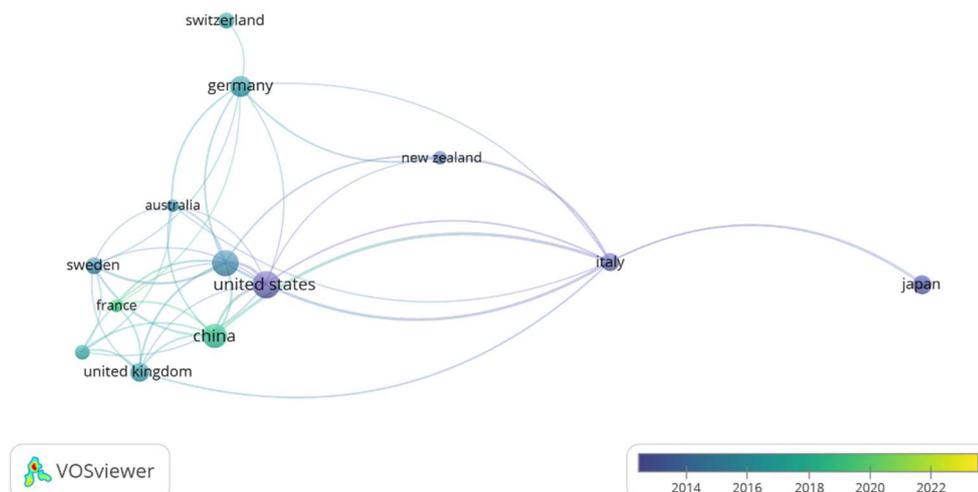


Figura 5: Mapa dos principais países com produção científica sobre o MLC. Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em um panorama mundial sobre a discussão do produto de madeira laminada em LVL como sistema construtivo, os países com maior difusão desse conhecimento científico são: Estados Unidos, Nova Zelândia e Austrália. O Brasil não aparece como produtor científico acerca dessa temática, dando maior destaque para a China com produções científicas mais atualizadas, seguidas da Austrália, Alemanha e Canadá em relação ao período analisado (Figura 6). O LVL é um produto ainda pouco explorado no Brasil, entretanto, já existe sua utilização e fabricação em território nacional. A nacionalização desse produto laminado contribui no processo de aculturação sobre a utilização de elementos construtivos em madeira e potencializa a difusão de novas tecnologias sustentáveis para a aplicação no setor de construção civil [14].

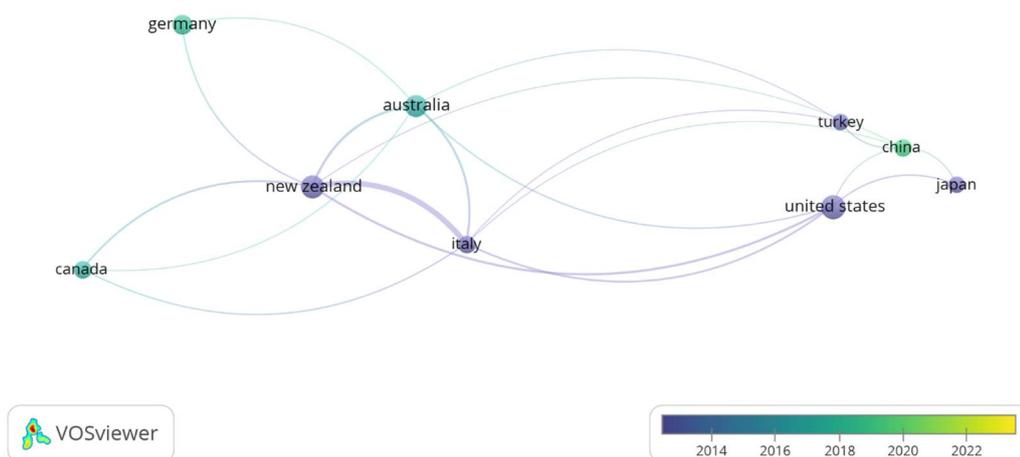


Figura 6: Mapa dos principais países com produção científica sobre o LVL. Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5. Considerações Finais

É inegável a forte relevância de discussões acerca da necessidade de se pensar novos materiais construtivos que possam atender as necessidades do ser humano, sem que provoque ou impacte de forma negativa o meio ambiente e comprometa o futuro sustentável do planeta terra. Materiais renováveis de base biológica, neste caso, podem substituir materiais fósseis e levar a menores impactos parcialmente significativos e conseqüentemente o aumento da sustentabilidade. A madeira é uma das alternativas mais promissoras para a construção civil. Quando utilizada com técnicas adequadas, seu potencial construtivo pode gerar efeitos positivos na relação entre o ser humano, o futuro da construção e o meio ambiente.

O CLT, MLC e o LVL destacam-se como sistemas construtivos inovadores e eficazes para aplicação na construção civil. Assim como outros meios convencionais de construção, esses produtos podem ser revestidos, recortados e submetidos a outras intervenções. Suas características incluem flexibilidade, maiores dimensões, propriedades físicas e mecânicas eficientes, além de rápida execução, entre outras. Estas características os tornam produtos com potencial sustentável para aplicação na arquitetura. Estudos demonstram a capacidade estrutural, funcional e estética desses produtos na construção, beneficiando seus usuários.

Apesar de ainda ser pouco empregada no território nacional, já existem evidências concretas da eficácia e legitimidade da tecnologia em termos de resistência mecânica, versatilidade e eficiência como produtos para o setor de construção civil. A madeira é o símbolo contemporâneo de modernidade e futuro. Competem aos profissionais de arquitetura, engenharia, madeireiros e outros que trabalham com esse material de fonte renovável, firmar o elo que falta entre as tecnologias avançadas no campo da construção, as madeiras cultivadas no Brasil e o maior compromisso na difusão de conhecimentos na área.

Referências

- [1] CLT HANDBOOK. *CLT structures – facts and planning*. Stockholm, Suécia, 2019.
- [2] CROSSLAM. Apresentação CLT, 2016. Disponível em: <http://www.crosslam.com.br/home/sites/default/files/apresentacaoCLT.pdf>. Acesso em: 23Set.2022.
- [3] DIAS, A. CARPINTERIA: Carpinteria fecha parceria com empresa de vigas LVL, 2019. Disponível em: <https://carpinteria.com.br/2019/01/15/carpinteria-fecha-parceria-com-empresa-de-vigas-lvl/>. Acesso em: 23Jul.2021.
- [4] DIAS, A. CARPINTERIA: Conheça as vantagens da MLC – Madeira Laminada Colada (GLULAM), 2018. Disponível em: <https://carpinteria.com.br/2018/11/02/conheca-as-vantagens-da-mlc-madeira-laminada-colada/>. Acesso em: 23Fev.2023
- [5] DIAS, A. CARPINTERIA: Madeira Laminada Colada Cruzada (CLT); Produção e Desenvolvimento, 2018. Disponível em: <https://carpinteria.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>. Acesso em: 23Fev.2023.
- [6] GANDINI, J. M. D. Aplicação de conceitos de sustentabilidade no desenvolvimento de projeto de componentes estruturais pré-fabricados com emprego de madeira de florestas plantadas. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2016.
- [7] JUNIOR, C. R. C; SILVA, W. C. R; SOARES, T. M. L. Uso da madeira na construção civil. V.2. Rio de Janeiro, 2017. Pag. 79-93.
- [8] LVL HANDBOOK EUROPE. *Federation of the Finnish Woodworking Industries*, 2019. Punamusta, Finland 2019.
- [9] MARTINI, S. Madeira engenheirada, Revista opiniões, São Paulo, 2013.
- [10] MIGLIANI, A. ARCHDAILY: O que é Madeira Laminada Colada (MLC ou Glulam), 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam>. Acesso em: 20Abr.2023.
- [11] MULLER, M. T. Influência de diferentes combinações de lâminas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda* em painéis estruturais LVL, 2009. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria-RS, 2009.
- [12] NETO, C. C. A madeira laminada colada. Revista da madeira, Edição N°124, 2010.
- [13] ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015.
- [14] SANTOS, S. S.; MORAES, P. D.; TEREZO, R. F. Fabricação de chapas de *laminated veneer lumber* (LVL) com madeira de pinus. 4º Congresso luso-brasileiro de materiais de construção sustentáveis, p 269–281, 2022.
- [15] SHIGUE, E. K. Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos. 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia -- Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2018.

- [16] SOUZA, F. Propriedades mecânicas, físicas, biológicas e avaliação não destrutiva de painéis de lâminas paralelas (LVL) com madeira de pinus oocarpa e p.kesiya. 2009. xv, 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- [17] TAVARES, S. F.; INO, A.; OMETTO, ARc. Construção em Madeira e Edificação Circular: potencialidades para a sustentabilidade. In: *6 th International Workshop| Advances in Cleaner Production*– Brazil, 2017.
- [18] TENORIO C.; MOYA R.; MUÑOZ F. *Comparative study on physical and mechanical properties of laminated veneer lumber and plywood panels made of wood from fast-growing Gmelina arborea trees. Journal of Wood Science*, 57, p 134–139, 2011.
- [19] WEI, Y; RAO, F; YU, Y *et al. Fabrication and performance evaluation of a novel laminated veneer lumber (LVL) made from hybrid poplar. European Journal of Wood and Wood Products*. v 77, p 381–391, 2019.
- [20] ZEUG, W; BEZAMA, A; THRÄN, D. *Application of holistic and integrated LCSA: Case study on laminated veneer lumber production in Central Germany. The International Journal of Life Cycle Assessment*. v 27, p 1352–1375, 2022.

Ensaio de projeto a partir da bioconstrução e autogestão: centro de apoio à criança – Ilha da Pintada, Porto Alegre

Project test based on bioconstruction: child support center – Ilha da Pintada, Porto Alegre

Angela Costella Bertei, bacharel em Design Gráfico e Produto, UNIJUÍ; acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS.

angelacostellabertei@edu.unisinos.br

Julian Grub, doutor em Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS.

juliang@unisinos.br

Resumo

O cenário arquitetônico da Ilha da Pintada em Porto Alegre é marcado por precariedade construtiva, com técnicas tradicionais de baixa qualidade, desconsiderando habitabilidade e adaptabilidade. Este ensaio propõe uma arquitetura econômica e de fácil execução por meio da autogestão. O artigo discute a importância da autogestão participativa com técnicas não tradicionais e reaproveitamento de materiais locais, aproximando universidade e comunidade. A metodologia baseou-se na disciplina Conforto Ambiental I, levantamentos cadastrais, diagnósticos físico-ambientais e bibliografias. O resultado é uma cartilha de autogestão para um centro de apoio à criança, aplicando a bioconstrução para capacitar e sensibilizar a comunidade.

Palavras-chave: Autogestão; Bioconstrução; Sustentabilidade

Abstract

The architectural setting of Ilha da Pintada in Porto Alegre is marked by a huge construction precariousness, with traditional techniques of low quality, disregarding habitability and adaptability. This essay proposes an economical and easy-to-implement architecture through self-management. The article discusses the importance of participatory self-management with non-traditional techniques and reuse of local materials, bringing university and community together. The methodology was based on the Environmental Comfort I discipline, cadastral surveys, physical-environmental diagnoses and complementary bibliographies. The result is a self-management booklet through the theme – child support center, applying bioconstruction to empower and raise awareness in the community.

Keywords: Self-management; Bioconstruction; Sustainability

1. Introdução

A precariedade construtiva existente nas comunidades carentes, baseada por técnicas tradicionais de baixa qualidade, alto custo e difícil execução, impacta diretamente a forma de fazer arquitetura. Portanto, torna-se urgente pensar novas práticas propositivas de projeto, através da autogestão objetivando maior eficiência com menor impacto ambiental.

A realidade de se construir a própria casa ou abrigo nos dias de hoje já não é mais tão incomum, visto que para muitos povos isso ainda acontece de maneira tradicional, de modo a constituir identidade, autonomia e sobrevivência. São conhecimentos adquiridos ao longo do tempo, através de um processo de aprendizado lento, passados de geração em geração. Técnicas locais fortalecem a identidade e a memória das comunidades, servindo como alternativa para a construção de abrigos há várias gerações [1].

Com o auxílio de uma cartilha de autogestão, o artigo se propõe à reflexão destas novas práticas, através da construção de um espaço que sirva principalmente para o apoio à criança (ensaio projetivo), mas que também seja multifuncional, ampliando a possibilidade de uso pela comunidade. Além disso, objetiva-se para o desenvolvimento do projeto usar matéria prima da região e o reaproveitamento dos próprios resíduos presentes no local.

Situada no Bairro Arquipélago de Porto Alegre, a Ilha dos Marinheiros, na qual encontra-se a Ilha da Pintada, é uma região que apresenta grande precariedade e vulnerabilidade, tanto social quanto educacional. O cenário é palco para casas insalubres, às margens das águas do Rio Guaíba. Segundo últimos dados do IBGE [2] e da Companhia de Processamento de Dados de Porto Alegre (PROCEMPA) [2], o bairro possui cerca de 8330 habitantes, o que representa cerca de 0,59% da população do município. Sua área é de 44,2km², equivalente à 9,28% da área do município, sendo a sua densidade demográfica de 188,46 habitantes por km².

Ainda segundo o IBGE e a PROCEMPA [2], a taxa de analfabetismo é de 7,71% e a renda média dos responsáveis por domicílio é de 2,03 salários mínimos. Com relação à emprego, cerca de 58,52% da população local possui carteira assinada e 30,76% dos trabalhadores completaram o ensino médio. A taxa de mortalidade, por sua vez, em 2010, ficou em 15,75 para cada mil nascidos vivos e o percentual de gravidez na adolescência é de 3,86%. Em comparação a isso, para todo o município de Porto Alegre, esses índices ficam em 11,6 para cada mil nascidos vivos e 2,29%, respectivamente. Assim, visando melhorar esses fatores e a qualidade de vida como um todo, a arquitetura e a bioconstrução podem representar um importante papel dentro desse cenário, com muito a contribuir de modo a minimizar os efeitos climáticos, promover a educação e a autogestão em comunidades carentes. A técnica adotada no bairro, volta-se ao uso do barro através do sistema superadobe e taipa de mão. A escolha foi definida a partir dos seguintes pontos: rápida execução, custo de manutenção, matéria prima local (barro, descartes de madeiras e sacos de lixos), com apoio dos galpões de reciclagem existentes no bairro.

2. Justificativa

Possibilidades de combinação da autogestão com a bioconstrução mostraram-se como alternativas bastante eficientes em diferentes contextos. No oeste de Santa Catarina, materiais como o superadobe e outras técnicas como o pau-a-pique foram também utilizadas com sucesso para a recuperação de residências da zona rural da região, por meio da participação da comunidade e com baixo custo. O superadobe é uma técnica muito utilizada para a construção de abrigos de modo rápido e fácil, a qual fora empregada em catástrofes naturais, como no caso do terremoto que atingiu o Haiti em 2010 [3]. Essas técnicas foram empregadas, portanto, na

construção do projeto, pois são de fácil execução e também uma resposta para os materiais provenientes no local, como o barro e os resíduos que podem ser reaproveitados/reciclados.

A autogestão aplicada à habitação, por sua vez, é um elemento primordial e capaz de transformar cenários, pois nasceu como estratégia construtiva por meio da própria comunidade organizada, com o intuito de garantir moradia. O conceito vai muito além de somente uma habitação/abrigo com baixo custo e voltado à bioconstrução, mas fala também sobre construção de cidadania e mostra-se exemplar como estratégia de sobrevivência tradicional amplamente aplicado por todo o território nacional [4]. Vale destacar a importância do acompanhamento técnico, apoiando e orientando de forma correta estas práticas, garantindo a qualidade dos espaços e a segurança dos ocupantes.

3. Objetivo geral

O objetivo geral do estudo é apresentar uma proposta de cartilha de autogestão, a nível de ensaio projetivo, aplicando a bioconstrução para capacitar a comunidade da Ilha da Pintada a construir um centro de apoio à criança.

4. Objetivos específicos

Os objetivos específicos do presente artigo são: entender a importância da autogestão na arquitetura; estudar a possibilidade de autogestão através da bioconstrução; verificar a aplicabilidade da bioconstrução e da autogestão em comunidades carentes; além disso, como parte da disciplina, aproximar academia e comunidade através da sensibilização dos alunos de arquitetura, com o uso alternativo de novos sistemas autogeridos de construções.

5. Análise do local – Ilha da Pintada – Contexto e condicionantes

O terreno está localizado em Porto Alegre, mais especificamente em frente ao bairro centro da capital, na Rua Santa Cruz, número 175. A ilha faz parte do bairro arquipélago, sendo considerada a ilha mais habitada da cidade, se caracterizando por forte vulnerabilidade social, cultural e econômica. Ao mesmo tempo em que o local é palco para tanta desigualdade, precariedade de infraestrutura e saneamento básico, é também visto como uma oportunidade, razão pelo qual fora escolhido. A seguir, na figura 1, é possível visualizar em mapas, a localização da Ilha da Pintada, assim como a situação na qual encontra-se o lote:

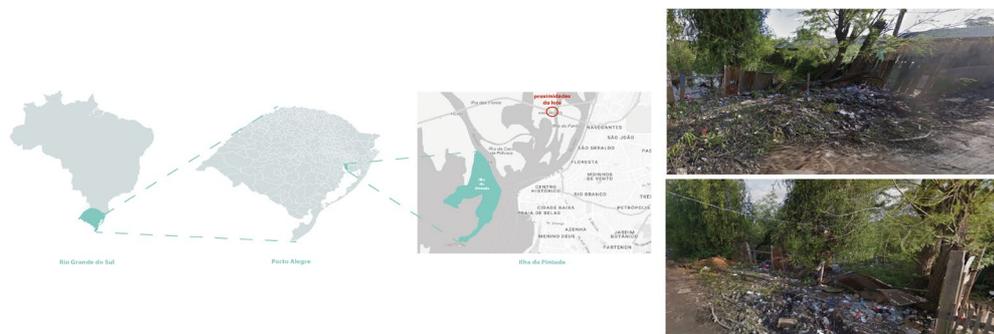


Figura 1: Localização e análise do lote. Fonte: elaborado pelos autores.

6. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo é resultado de produção teórico-prática da disciplina de Conforto Ambiental I do curso de arquitetura. O mesmo baseou-se na estruturação do edital da disciplina,

na qual foi desenvolvido um ensaio de projeto de um centro de educação infantil (CEI), apropriando-se de um sistema bioconstrutivo (natural) com a eficiência da proteção solar. Além disso, utilizou-se de referências bibliográficas que servissem como respaldo ao tema. A metodologia estruturou-se em quatro momentos, sendo eles: 1) levantamento cadastral – local / programa / técnica; 2) diagnósticos físico-ambiental; 3) proposições e 4) autogestão – procedimentos de execução, conforme figura 2 abaixo:

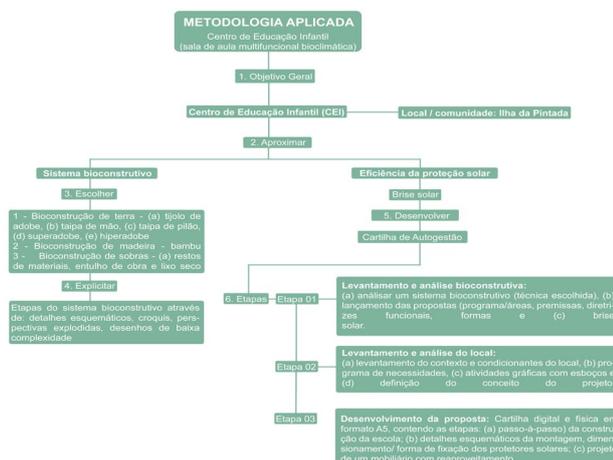


Figura 2: Metodologia Aplicada. Fonte: elaborado pelos autores.

7. Revisão Bibliográfica

Na sequência serão abordados os principais conceitos aplicados ao estudo em questão – bioconstrução, autogestão e as técnicas construtivas superadobe e taipa de mão, os quais são de suma importância para entendermos a conexão dos conteúdos e aplicação direta no ensaio de projeto.

7.1 Bioconstrução e Autogestão na Arquitetura

Conforme afirma Moreira [5], a bioconstrução é bastante reconhecida por conceber ambientes sustentáveis e de baixo impacto ambiental, por meio do uso de materiais e técnicas que favoreçam essas condições, adequando à edificação às condições locais e considerando o tratamento de resíduos.

Na bioconstrução existem diversas técnicas e os materiais naturais são amplamente explorados, tais como: composições de solo, madeira, pedras, bambu, capim seco, argila, fibras secas, dentre outros. Quando se trata de materiais industrializados, sempre se opta por materiais recicláveis e pelo reúso da construção civil, como: papel, borracha, vidro, latas de alumínio, PET's, dentre outros [6].

Essas práticas, contudo, funcionam ainda melhor quando trabalhadas de modo cooperativo e junto da comunidade. Camillis [7] acredita que a prática da bioconstrução colabora abrindo espaço para o desenvolvimento da cooperação, visto que é por meio dela que a bioconstrução se organiza. As diferentes técnicas da bioconstrução possibilitam com que haja gestões diferentes, tendo como base as pessoas, o material, e também as relações que esse possibilita. O conjunto aplica como resultado, possibilidades diversas de conexão tanto arquiteto-comunidade quanto indivíduo-sociedade. [7].

7.2 Arquitetura sustentável e autogestão

Em meio à tantos conceitos sobre sustentabilidade e a ampla utilização do termo, uma postura bastante clara, abrangente e atual é dada por Mülfarth [8] quando a coloca como uma maneira de valorizar os aspectos culturais, aumentar a eficiência econômica, promover a igualdade social e também reduzir o impacto ambiental nas soluções adotadas, de modo a garantir a competitividade do homem e das cidades.

Além disso, a arquitetura sustentável também é capaz de promover aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e entorno, além de integrar e valorizar características do clima e vida locais, bem como reduzir o uso de recursos naturais [9].

A autogestão, por sua vez, pode contribuir e complementar o conceito de sustentabilidade dentro da arquitetura, tendo em vista que para Ferreira [4], o conceito implica na produção de moradias sob a organização dos próprios futuros moradores e da comunidade, os quais são protagonistas do gerenciamento das diferentes etapas do processo construtivo. A autogestão, portanto, é uma maneira pela qual futuros usuários possuem poder de decisão no processo de construção. O resultado, por sua vez, é não somente uma obra mais eficiente e adaptada com o contexto no qual está inserida, mas sim, um conjunto de fatores para gerar oportunidades e novos caminhos para aqueles que participam da construção [10].

7.3 Construindo com uma comunidade: construção com superadobe

Uma das técnicas utilizadas para o ensaio de projeto em questão foi o superadobe, aplicada na fundação. Conforme Prompt [11], o superadobe é uma técnica de bioconstrução que utiliza terra ensacada e comprimida para executar paredes e coberturas. Somando-se a isso, Lengen [12] afirma que o superadobe pode ser classificado como uma ecotécnica construtiva, pois atende a uma série de quesitos os quais efetivamente contribuem para um ambiente construído equilibrado e sustentável. Além disso, permite construir da fundação ao telhado, demonstrando versatilidade e ampla aplicabilidade para essa técnica construtiva.

Com o intuito de trabalhar juntamente da comunidade da Ilha da Pintada, é trazido a seguir um exemplo onde a organização sem fins lucrativos *GA Collaborative*, estabelecida nos Estados Unidos, realizou o treinamento de uma comunidade em Ruanda, África Oriental, visando construir uma edificação modelo na região. A construção trata-se de uma pequena residência unifamiliar que servirá de protótipo para uma série de habitações que os designers da *GA Collaborative* irão construir em Masoro para membros da cooperativa de mulheres l'Association Dushyikirane [13]. Através da figura 3 (na sequência), é possível observar o processo produtivo e envolvimento da comunidade na construção da edificação. As imagens ilustram como se daria a conexão e construção com a comunidade da Ilha da Pintada.



Figura 3: MASORO VILLAGE PROJECT. Archdaily, 2013. Disponível em: [\[https://www.archdaily.com.br/br/01-153361/masoro-village-project-slash-ga-collaborative\]](https://www.archdaily.com.br/br/01-153361/masoro-village-project-slash-ga-collaborative). Acesso em: 23/01/2024.

7.4 Construindo com uma comunidade: construção com taipa de mão

Também denominada de taipa de sopapo, de sebe, barro armado ou pau-a-pique, a técnica da taipa de mão mostra-se como uma variedade de construção em terra crua bastante promissora para a construção. Conforme a definição de Di Marco [14], a técnica consiste no preenchimento interno de uma parede que pode ter sua estrutura interna de madeira ou bambu e ser formada por ripas horizontais ou verticais. A amarração das ripas pode ser realizada com diversos materiais, como: cipó, barbante, prego, tiras feitas de couro, arame, plástico, dentre outros. Para o preenchimento é utilizada uma mistura de água, terra e fibras. Essa mistura de terra, por sua vez, é jogada com as mãos do lado de dentro e de fora ao mesmo tempo pelos taapeiros, e então é apertada sobre a trama da parede, de modo a fortalecer a estrutura. Somando-se a isso, Weimer [15] afirma que construir com a técnica de taipa traz inúmeras vantagens, pois tratam-se de construções extremamente sustentáveis, seguras e de baixo custo. Além disso, a terra não contamina o ambiente e pode ser obtida no local da obra, não sendo necessário transporte. De modo a relacionar essa técnica com a autogestão, Camillis [7] traz uma reflexão interessante quando menciona que a bioconstrução é construída através do barro como uma prática de cooperação.

A partir desses conceitos e discussões, torna-se cada vez mais claro que os conceitos de bioconstrução, arquitetura sustentável e autogestão caminham juntos, e dentro desse universo, é possível trabalhar com diversos materiais e técnicas diferentes. Sendo a taipa de mão e o superadobe escolhidos para o estudo em questão, ambos funcionam bem em conjunto, e quando utilizados e aplicados juntamente com a comunidade, resultam não somente em um projeto que visa a sustentabilidade, mas também na criação e desenvolvimento de fortes vínculos entre a própria comunidade e oportunidades. O cronograma da disciplina de Conforto Ambiental I não permitiu visitas de campo e análises mais aprofundadas da comunidade in loco, sendo feito apenas levantamentos e análises com base em documentação e bibliografias atualizadas a respeito do local.

8. Ensaio de Projeto

No presente capítulo serão apresentados os principais tópicos norteadores para a proposta de cartilha de autogestão, sendo eles: contexto e condicionantes de implantação da Ilha da Pintada, programa de necessidades definido para o projeto, conceito do projeto com diretrizes principais, croquis e lançamento de ideias e, por fim, a cartilha de projeto propriamente dita.

8.1 Centro de apoio à criança – programa de necessidades

Os tópicos considerados foram: uma sala de aula multifuncional (com no máximo 125 m²), sanitário infantil (02 sanitários, 01 sanitário PNE, 03 lavatórios e 02 chuveiros), 01 sanitário com ducha e armário adulto e 01 cozinha/copa. A população considerada foi em torno de 50 crianças. Contudo, o ambiente projetado também funciona como um espaço multifuncional, uma vez que sua planta é livre e proporciona o desenvolvimento de diversas atividades para a comunidade local.

8.2 Plano Teórico – Conceitual e diretrizes projetuais

Os conceitos trabalhados para o ensaio de projeto foram: desenvolver mais do que um espaço multiuso, mas sim um ambiente acolhedor, que trouxesse maior praticidade, funcionalidade e, principalmente, que respeitasse os recursos naturais do local. Algumas palavras-chave foram norteadoras para estabelecer o conceito do projeto, e os materiais também foram explorados de

forma a trazer resposta ao conceito, como o barro, o pallet e/ou bambu e a estrutura da taipa de mão. Para a fixação da estrutura, foi pensado em utilizar plástico, proveniente do próprio local, de modo a reaproveitar o material. O barro, por sua vez, funciona como material preenchedor da parede. A terra ensacada (superdobe) faz a vez de fundação do edifício. A figura 4 abaixo ilustra o processo criativo e conceitual do projeto, sendo eles moodboard e esboços iniciais:

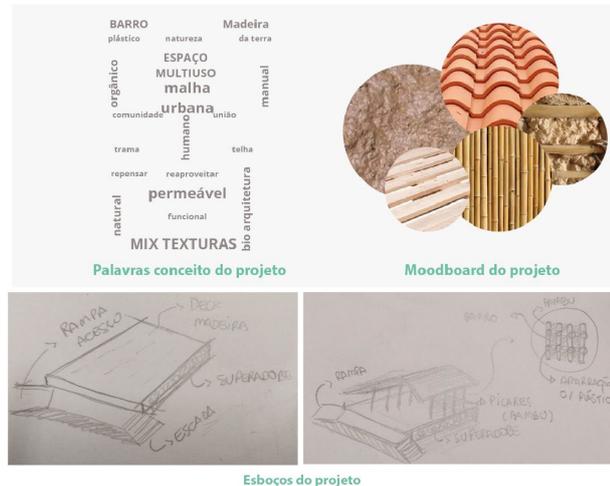


Figura 4: Processo criativo e conceitual. Fonte: elaborado pelos autores.

As diretrizes trabalhadas foram: 1) criar uma estrutura de fácil replicação pela população por meio das técnicas de taipa de mão e superadobe; 2) proteger a edificação contra possíveis alagamentos; 3) aproveitar os recursos existentes no local (entulhos/embalagens/plástico), diminuindo assim o lixo no local; 4) projetar um espaço multiuso, que forneça suporte à região com relação à educação, mas que sirva também para outras atividades, como por exemplo, atividades culturais e apresentações em geral; 5) por fim, visa-se projetar uma arquitetura que esteja em conformidade com os quesitos de bioarquitetura e auxilie no conforto térmico. Os materiais utilizados foram: pallet, bambu, telha cerâmica, barro e plástico, a fim de gerar conforto térmico e reaproveitar/reciclar a grande quantidade de lixo presente nos arredores.

8.3 Cartilha de Autogestão

A cartilha proposta é construída a partir da seguinte estrutura: apresentação do tema, do lugar (características morfológicas), materiais escolhidos, conceito e diretrizes do projeto, técnicas bioconstrutivas empregadas, passo-a-passo construtivo, planta-baixa, corte esquemático e imagens do projeto. Conforme as figuras 5 e 6 a seguir, é possível visualizar a construção da cartilha.



Figura 5: Proposta de cartilha de autogestão (parte 01). Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 6: Proposta de cartilha de autogestão (parte 02). Fonte: elaborado pelos autores.

É necessário deixar claro que mesmo que a comunidade não se envolva na concepção/criação do projeto, está apta a executá-lo por meio da cartilha, e após seguir o passo-a-passo construtivo do projeto e juntamente de acompanhamento técnico.

9. Análise dos Resultados ou Discussões

A partir do ensaio de projeto desenvolvido, torna-se claramente perceptível a necessidade da sensibilização e da cooperação no ato de construir. Através da união dos conceitos de sustentabilidade, bioconstrução e autogestão, é possível entender a importância da aplicação teórico-prática, de modo a fazer-se necessário que caminhem juntos, uma vez que possuem o poder de transformar críticos cenários em oportunidades. Inserida nesse contexto, a academia e o ensino da arquitetura fazem-se de extrema valia, assim como a sensibilização por parte do acadêmico de arquitetura com a realidade da comunidade. Além disso, a cartilha é um meio pelo qual é possível aproximar cada vez mais a comunidade do espaço edificado, de modo que o próprio usuário possa compreendê-lo e construí-lo.

10. Considerações Finais

Com base no que foi apresentado, considera-se de extrema importância a contribuição da cartilha de autogestão, uma vez que, além de promover a conexão entre o profissional arquiteto e/ou estudante de arquitetura com a comunidade, também se mostra eficiente no registro dos conhecimentos técnicos construtivos. Dessa maneira, torna-se objetivo promover a sustentabilidade e manter disponíveis os registros para futuras discussões sobre arquitetura, sustentabilidade e autogestão. Além do espaço edificado, futuros vínculos entre a própria comunidade serão fortalecidos, de modo que a cooperação e a bioconstrução transformem cenários e também aproximem academia e comunidade, por meio da sensibilização dos acadêmicos de arquitetura e do uso alternativo de novos sistemas autogeridos de construções.

Referências

- [1] DIEGUES, Antonio Carlos, *et al.* Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil. São Paulo: Edusp, 2000.
- [2] PROCEMPA. Porto Alegre em análise, 2010. Sistema de gestão e análise de indicadores. Disponível em: http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regioes=46_0_0. Acesso em: 17 jan. 2024.
- [3] PROMPT, Cecilia Heidrich; BORELLA, Leandro Lima. Experiências em construção com terra no segmento da agricultura familiar. III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2010. Disponível em: <http://redeterrabrasil.net.br/wp-content/uploads/2020/08/Livro-TerraBrasil-2010.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- [4] FERREIRA, Regina Fátima Cordeiro Fonseca. Autogestão e habitação: entre a utopia e o mercado. 2014. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.
- [5] MOREIRA, Suzana. “O que é bioconstrução?”. Archdaily Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/950945/o-que-e-bioconstrucao#:~:text=Em%20termos%20gerais%2C%20a%20bioconstru%C3%A7%C3%A3o,e%20o%20tratamento%20de%20res%C3%ADduos>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- [6] BRAUN, Ricardo. Desenvolvimento ao ponto sustentável. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- [7] DE CAMILLIS, Patricia Kinast. Organizando com barro: a bioconstrução como prática de cooperação. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.
- [8] MÜLFARTH, Roberta Kronka. Desenvolvimento Sustentável. Revista Projeto Design, São Paulo, 2003.
- [9] CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- [10] DELAQUA, Victor. “Arquitetura participativa: quando a comunidade se faz presente no processo projetual”. Archdaily Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/961562/arquitetura-participativa-quando-a-comunidade-se-faz-presente-no-processo-projetual>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- [11] PROMPT, Cecilia. Curso de Bioconstrução. Ministério do Meio Ambiente, 2008.
- [12] LENGEN, Johan Van. Manual do arquiteto descalço. Editora Empório do Livro. São Paulo. 5ª edição. 2014, pg 536-537.
- [13] SURVANT, Tyler. “Masoro Village Project / GA Collaborative” [Masoro Village Project / GA Collaborative]. Archdaily Brasil, 2013. (Trad. Vada, Pedro). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-153361/masoro-village-project-slash-ga-collaborative>. Acesso em 23 jan. 2024.
- [14] DI MARCO, Anita Regina. Pelos caminhos da terra. Projeto., 1984, n.65, p.47-59, jul. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil, 2014-2015. Belo Horizonte. Disponível em <http://fjp.mg.gov.br/index.php/noticias-em-destaque/4154-fundacao-joao-pinheiro-divulga-resultados-do-deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 24 jan. 2024.

[15] WEIMER, Günter. Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

Aplicabilidade de aspectos sustentáveis em habitação de interesse social: o caso do Conjunto Habitacional da Bouça, Portugal

Applicability of sustainable aspects in social housing: the case of the Bouça Housing Complex, Portugal

**Andrea Toth Teixeira, Mestranda em Arquitetura, Tecnologia e Cidade PPGATC
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp**

a210237@dac.unicamp.br

**Silvia Mikami Pina, Professora Titular, PPGATC Universidade Estadual de Campinas
Unicamp**

smikami@unicamp.br

Resumo

As condições de moradia interferem diretamente na vida das pessoas e uma habitação insalubre, acompanhada da ausência de infraestrutura adequada, prejudica demasiadamente a saúde dos moradores. Este trabalho apresenta algumas soluções sustentáveis por meio das decisões de projeto participativo, com iniciativas impulsionadas pela comunidade local e aspectos da saúde na habitação que refletem na qualidade de vida e bem-estar. A análise projetual se concentra no conjunto habitacional da Bouça, em Portugal e identifica as suas particularidades referentes a aplicação dos conceitos sustentáveis, tendo como resultado uma melhor compreensão dos aspectos que podem fortalecer o planejamento e execução da habitação social.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Habitação Social; Saúde; Projeto arquitetura participativo.

Abstract

The quality of housing directly affects people's lives. Unhealthy housing and inadequate infrastructure can seriously harm residents' health. This paper explores sustainable solutions through community-driven design choices prioritizing residents' well-being. The analysis focuses on the Bouça housing complex in Portugal, examining how sustainable concepts have been applied to improve social housing and the understanding of the importance of planning it.

Keywords: Sustainability; Social Housing; Health; Participatory Architecture Design

1. Introdução

Para uma moradia ser qualificada como habitável e digna, se faz necessário uma concepção integradora que incorpore as múltiplas dimensões que compõem uma habitação, como cultural, econômica, ecológica, sociológica e de saúde humana. Neste sentido, deve prevalecer o conceito ampliado do habitar que trata as diversas dimensões envolvidas para além da unidade habitacional em si [1], compreendendo sua inserção intrínseca e complexa no tecido urbano, compondo uma rede de serviços e de equipamentos comunitários que atendam as necessidades, demandas e preferências e incentivem para a convivência das pessoas. Tal conceito envolve, portanto, o direito coletivo à cidade, saúde, educação, esporte, cultura, lazer e, inclusive, à natureza [2]. Assim, a questão da cidadania pode ser retomada pela participação e envolvimento das pessoas interessadas em todas as etapas do projeto e construção, pois esta condição é essencial para o fortalecimento do senso de pertencimento.

Assim como na habitação, o desenvolvimento sustentável nas cidades é um complexo de valores que vai além dos aspectos ecológicos e econômicos, considerando a sustentabilidade social um aspecto fundamental neste processo, e que assume maior relevância em projetos de habitação social do que em outros níveis de habitação, visto que, estas muitas vezes sofrem com questões como a alta densidade e números de unidades, relação ou falta de espaços abertos, de serviços e equipamentos [3]. Pela perspectiva da sustentabilidade social, a abordagem de projeto deve incluir os aspectos locais de contexto, o clima, a cultura, as necessidades e aspirações dos moradores, resultando no aumento da satisfação, bem-estar e qualidade de vida dos seres humanos.

Além da habitação, a saúde integrada no planejamento urbano resulta em consequências significativas para a sustentabilidade. A Organização Mundial de Saúde [4] destaca algumas maneiras de promover a saúde e sustentabilidade, como a criação de espaços verdes e acessíveis, uso do solo misto, transporte ativo, acesso a água potável, resiliência urbana, equidade e acessos igualitários (moradia, educação, espaços públicos e segurança) e especialmente a participação comunitária. Com o objetivo de alcançar a saúde e a equidade na mesma como resultado, o documento propõe alguns pontos de entrada, sendo um deles o tema da habitação e saúde. Este, por sua vez, propõe critérios que devem ser atendidos, tais como segurança da posse; disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura; acessibilidade; habitabilidade; localização; e adequação cultural. Sendo assim, ao considerar os impactos da saúde na habitação e cidades é possível criar cidades mais saudáveis, inclusivas e sustentáveis e que promovam maior bem-estar para seus moradores.

Este trabalho identifica soluções sustentáveis, estratégias e características aplicadas em projeto de habitação de interesse social, visando promover comunidades mais resilientes e sustentáveis considerando as necessidades e expectativas dos usuários, a fim de refletir positivamente na qualidade de vida e bem-estar desta população. Para tanto, analisa o caso do complexo habitacional da Bouça, localizado na cidade do Porto, em Portugal. Trata-se de uma obra do arquiteto português Álvaro Siza Vieira, construída após a Revolução de abril, em 1974 e concebida pelo Serviço Ambulatório de Apoio Local (SAAL). Tal serviço, embora limitado em custos, tempo de projeto e construção, permitiu que moradores locais, ao constituírem a Associação de Moradores da Bouça, reivindicassem soluções para as condições insalubres vividas em suas moradias [5]. Sendo assim, a seleção da localização para o projeto próxima das antigas moradias, os materiais com custos reduzidos, a preferência por uma modelo de habitação coletiva e, principalmente, o processo participativo em todas as etapas, foram algumas características de destaque deste projeto.

O processo de construção do Conjunto da Bouça foi dividido em duas fases, sendo concebido inicialmente apenas dois dos quatro blocos habitacionais existentes; a segunda fase foi concluída em abril de 2006 e traduziu a recuperação das habitações iniciais existentes com a construção dos novos blocos habitacionais e também dos blocos de remate nas extremidades, o estacionamento, equipamentos sociais e a galeria de acesso que une o conjunto, procurando manter padrões de construção e qualidade de materiais igualmente apresentados na primeira fase, buscando adaptar o projeto à evolução econômico-social ocorrida durante os quase trinta anos de interrupção entre as duas fases.

O projeto visava alojar os antigos moradores das “Ilhas” do Porto (em específico as “Ilhas” da Ramada), uma modalidade de habitação operária construída de forma espontânea e com resultados muito diferentes dos outros tipos de habitação existentes em outras cidades industriais. São representadas por moradias bastante pequenas, construídas nos fundos dos quintais de casas de classe média, contendo apenas uma porta e uma janela. Possuíam diversas tipologias, com acesso por um corredor de ligação com a rua com pouca ventilação e iluminação, não dispendo de boa infraestrutura, saneamento básico e com muitas famílias abrigadas em poucos metros quadrados. Atualmente, estudantes, jovens profissionais e famílias representam o público que reside na Bouça.

2. Procedimentos Metodológicos

O método aplicado é caracterizado como qualitativo e exploratório e faz parte de dissertação de mestrado em andamento. Foi realizada revisão sistemática da literatura, nos temas da questão habitacional e da qualidade do espaço construído, bem como a sustentabilidade social e levantamento para contextualização do estudo de caso selecionado para esta pesquisa. Em seguida, foi feita a análise projetual do Conjunto Habitacional da Bouça, por meio de fotografias, croquis, desenhos e projetos, com a finalidade de identificar estratégias e características aplicadas em projeto para garantir o atendimento às necessidades e expectativas dos usuários, que é fundamental na integração da sustentabilidade e planejamento urbano e dos espaços, contribuindo para comunidades serem mais sustentáveis e resilientes. A análise foi estruturada em quadros conceituais, de acordo com as características identificadas e fundamentada nos conceitos formulados por Ching [6]: sistema, ordem, forma e espaço, considerando estes dois últimos como ponto de partida para uma delimitação de estrutura sistêmica inerente à arquitetura. A compreensão da forma e espaço permite também classificar os elementos arquitetônicos de uma obra e que pode ser organizados em diferentes sistemas que se conectam entre si. Por fim, com a boa composição dos diversos sistemas de forma coesa e harmoniosa, conseqüentemente cria-se ordem na arquitetura. Sendo assim, alguns desses elementos que compõem os sistemas, como a configuração de caminhos e acessos, características de escala e proporção, segurança, bem-estar, durabilidade e sustentabilidade, entorno e contexto arquitetônico do local, embasaram a análise e seleção das características projetuais.

3. Resultados e discussão

A partir da compreensão da relevância presente na relação da saúde e sustentabilidade com a habitação, foram selecionados dois aspectos para a análise da unidade de estudo de caso, a saber: Estímulos Visuais (quadro 1) e Qualidade das Construções (quadro 2), com identificação das características projetuais presentes no Conjunto da Bouça, responsáveis pela promoção do bem-estar e qualidade de vida para os seus moradores.

- i. Estímulos visuais: A forma como as pessoas se relacionam com o ambiente influencia diretamente em seus comportamentos, reações e emoções. Este aspecto dos conceitos visuais pode envolver a psicologia ambiental como forma de estudo sobre a influência do ambiente construído no comportamento humano e na saúde das pessoas, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida e o bem-estar da população. Uma das variáveis da psicologia ambiental está relacionada ao ambiente visual e as distrações e efeitos positivos que o ambiente proporciona. Assim, é importante que fatores como a iluminação natural e artificial apropriada, espaços de convívio para a família, espaços verdes, elementos naturais e ressignificação estética, sejam considerados, gerando maior identidade ao local e proporcionando altos níveis de satisfação, não deixando as pessoas expostas a altos níveis de estresse e suscetíveis a inúmeras doenças e ausência de qualidade de vida [7].

Quadro 1: Características projetuais do Conjunto da Bouça analisadas a partir de estímulos visuais.

Estímulos visuais	
	<p>espaços de vivência salubres e qualidade de vida / distrações positivas e aumento do bem-estar físico e mental</p> <p>Os corredores entre os blocos habitacionais tornam-se espaços de convívio familiar, contendo alguns poucos elementos naturais, como as áreas com gramado. Os blocos de uso comum se abrem para as ruas, proporcionando conexão com a cidade e são ambientes que promovem maiores efeitos e distrações positivas e redução de estresse, através da percepção visual de salubridade do local. Esta característica se enquadra nas teorias sobre ambientes restauradores, que promovem melhores emoções e sensação de bem-estar.</p>
	<p>projeto com características locais e padronização adequada / qualidade visual, promoção da saúde mental e bem-estar emocional</p> <p>O projeto buscou enquadramento junto à história do lugar, incorporando o conjunto habitacional a um espaço com memórias e individualidades existentes por muitos anos, permitindo a sensação de identidade, resiliência e pertencimento local para aqueles moradores. Como exemplo, são as habitações voltadas para a Rua Boa Vista, que possuem as mesmas características das já existentes anteriormente. Projeto buscou a padronização adequada, a partir de dimensões e especificações consistentes que respeitam a escala humana e atendem as necessidades das pessoas, promovendo ambientes mais acessíveis, confortáveis para sua utilização e confortáveis em aspecto visual.</p>

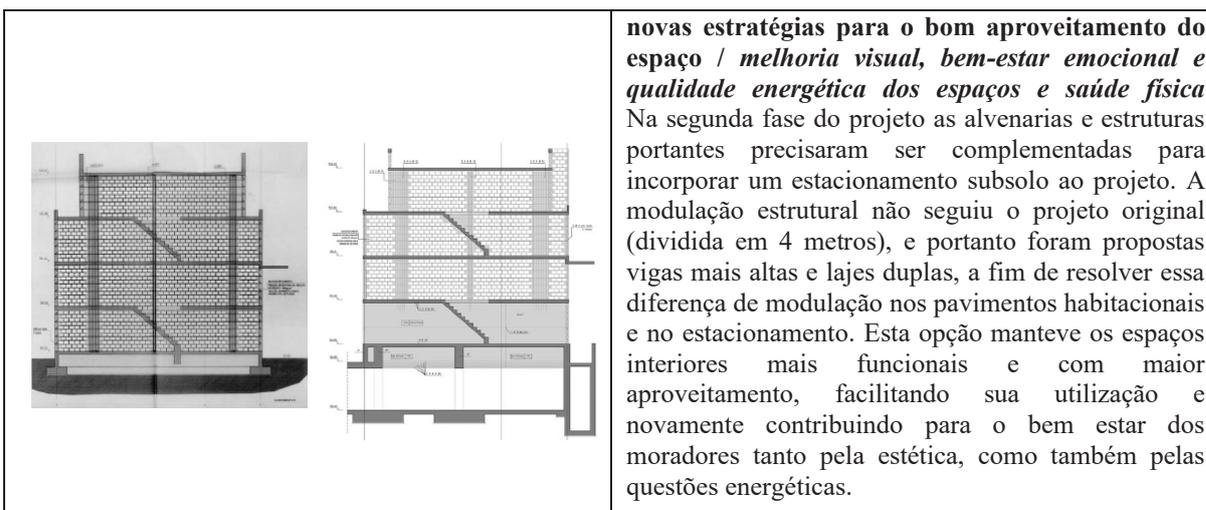
	<p>semelhança espacial ao modelo habitacional das Ilhas e melhoria na salubridade / identificação e pertencimento, qualidade energética e saúde física</p> <p>Além das características locais preservadas, há clara releitura da estrutura das Ilhas do Porto, respeitando costumes da classe trabalhadora que habitava este tipo de moradia na cidade do Porto: moradias dispostas em blocos lineares, que permitiam a vivência dos moradores e vizinhança através das áreas comuns, fortalecendo laços e vivência, que foram reproduzidos no conjunto da Bouça. Os acessos são aprimorados através de corredores com ligação direta para a rua e permitindo boa iluminação e ventilação, diferenciando-se das Ilhas insalubres.</p>
	<p>isolamento de linha férrea, redução de ruídos e melhor qualidade visual / bem-estar psicológico e físico</p> <p>A presença da linha férrea, vizinha ao terreno do conjunto habitacional foi um grande desafio. Ao construir o muro que divide o terreno da linha o arquiteto propôs acalmia do tráfego, proporcionando uma melhor estética e impacto visual para os moradores, além das questões de segurança e ruído, garantindo um certo isolamento dos moradores com o grande fluxo de pessoas que acessam o transporte público. Estas questões proporcionam bem-estar psicológico e físico, evitando possíveis complicações e doenças como pressão alta, estresse e baixa qualidade do sono, de modo a aumentar a qualidade de vida daquela população.</p>

Fonte: Autoras, a partir de [5], [7], [8], [9].

- ii. Qualidade das construções: este aspecto está diretamente ligado à segurança e durabilidade da moradia, exigindo menos reparos e manutenção e elevando a vida útil da construção, o que consequentemente irá gerar maior economia. Isto dependerá inteiramente dos elementos e materiais utilizados, a mão de obra adequada, projeto adequado, inspeções e conformidades com as normas e regulamentos. Além da segurança física e social, a segurança sanitária compreende as questões de infraestrutura de serviços como abastecimento de água, redes de esgoto e drenagem, coleta de lixo, serviço de iluminação, promovendo maior conforto e habitabilidade para o morador. O padrão de habitabilidade é um conceito necessário no processo de construção de ambientes saudáveis e sustentáveis, que envolve além da qualidade das construções e segurança nas moradias, a formação de tipologias adequadas às necessidades dos usuários, com maior funcionalidade e racionalidade na produção dos espaços, garantindo maior qualidade das construções e da vida daqueles moradores. Ademais, as unidades residenciais para garantir seus espaços saudáveis e sustentáveis devem ser projetadas com o conforto ambiental adequado, o que envolve a iluminação e ventilação necessárias para aquele contexto específico ao mesmo tempo que os espaços internos e externos, e sua relação preservem a intimidade e privacidade dos usuários locais [10].

Quadro 2: Características projetuais do Conjunto da Bouça analisadas a partir da qualidade das construções.

Qualidade das construções	
	<p>racionalidade na execução / segurança física e boas instalações e organização permitindo ausência de proliferação de doenças respiratórias</p> <p>As lajes, paredes e estruturas portantes adotadas visam proporcionar economia ao projeto, facilitando as divisões internas e a suas instalações e promovendo a boa instalação sanitária. O bom aproveitamento da área construída influencia na segurança e bem-estar do morador, a partir de ambientes internos mais bem organizados, como por exemplo espaços para armazenamento de itens pessoais e bom agenciamentos dos locais para cada atividade, como higiene, área de descanso, área para refeições.</p>
	<p>soluções econômicas e boa qualidade de materiais / melhoria de questões energéticas e saúde física, qualidade do ar e redução de nível de estresse</p> <p>Além da economia mediante o planejamento do seu sistema estrutural, a economia dos materiais se deu por meio de materiais duráveis e eficientes, criando um ambiente econômico e ao mesmo tempo confortável, diminuindo o estresse mental em relação à questão financeira, ou à possíveis reparos constantes, caso a escolha dos materiais fosse de baixa qualidade. O conforto acústico e térmico proporcionam melhorias na qualidade do ar interno da moradia e também baixo custo com energia e climatização artificial. A economia se dá pelo fato das soluções aplicadas na fase de planejamento de projeto visaram evitar desperdícios.</p>
	<p>conservação das características iniciais da obra (1ª fase) e materiais com isolamentos para o ambiente interno / preservação da saúde física e mental</p> <p>Na segunda fase, o projeto sofreu algumas modificações, como as alvenarias e estruturas portantes, conservando as demais características iniciais, como por exemplo os acabamentos das caixilharias, a questão da segurança e proteção e isolamentos de alta qualidade para o ambiente interno, minimizando a exposição à ruídos e permitindo boas temperaturas no interior da residência. A boa opção de posicionamento das caixilharias evita o surgimento de doenças respiratórias que podem estar ligadas à umidade e infiltrações.</p>



novas estratégias para o bom aproveitamento do espaço / melhoria visual, bem-estar emocional e qualidade energética dos espaços e saúde física
Na segunda fase do projeto as alvenarias e estruturas portantes precisaram ser complementadas para incorporar um estacionamento subsolo ao projeto. A modulação estrutural não seguiu o projeto original (dividida em 4 metros), e portanto foram propostas vigas mais altas e lajes duplas, a fim de resolver essa diferença de modulação nos pavimentos habitacionais e no estacionamento. Esta opção manteve os espaços interiores mais funcionais e com maior aproveitamento, facilitando sua utilização e novamente contribuindo para o bem estar dos moradores tanto pela estética, como também pelas questões energéticas.

Fonte: Autoras, a partir de [5], [8], [9].

As características projetuais do Conjunto da Bouça, a partir dos estímulos visuais, permitiu identificar elementos relevantes e suas contribuições fundamentais para a promoção de ambientes mais saudáveis e que proporcionam o bem-estar e maior qualidade de vida para seus moradores. São eles: os espaços de vivência e blocos de uso comum, construídos para maior interação social, lazer e conexão com o entorno e a natureza, o enquadramento do projeto ao contexto e história do local existentes e a semelhança e respeito as características das Ilhas do Porto para que se fortaleçam as memórias dos moradores, e o isolamento da linha férrea como grande desafio para o arquiteto. Através disso, observa-se que o projeto proporciona uma boa influência no bem-estar emocional e psicológico, evitando níveis de estresse e melhorando a produtividade de quem habita estes locais, refletindo a cultura local e trazendo maior satisfação e senso de pertencimento.

A qualidade das construções apresentou elementos como a racionalidade na execução, aumentando sua eficiência, segurança e economia a partir de um ambiente mais bem aproveitado, a escolha de bons materiais e bom planejamento, o qual evitou gastos futuros e proporcionou o bom conforto físico, como a boa acústica e climatização. Outro elemento foi a preservação dos mesmos materiais e métodos construtivos nas duas fases da obra, que permitiu a boa qualidade dela e, por fim, as novas estratégias que permitiram ampliação do conjunto e criação de novos espaços com eficiência e mantendo a qualidade dos materiais. Ao identificar esses elementos, a autora correlaciona o projeto com a eficiência energética e a resiliência do edifício em se adaptar as mudanças climáticas a partir dos materiais utilizados e sua durabilidade.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos pela análise projetual do conjunto habitacional da Bouça, vinculadas ao processo participativo, permitem identificar as principais características aplicadas pelo arquiteto Siza Vieira para promover um ambiente mais saudável e sustentável e, ao mesmo tempo, associar à memória positiva de suas moradias antigas no que se refere ao senso de pertencimento, pois mesmo insalubres, por alguns anos foi a modalidade habitacional de grande parte da população.

Pode se observar os muitos desafios para a construção desta obra, desde a sua implantação em um local próximo a linha férrea, com graves implicações acústicas e de trepidação, ou até mesmo o cuidado em permanecer com as memórias das “Ilhas” do Porto como foi apresentado

anteriormente. Embora o projeto não tenha sido concebido no seu total em uma primeira fase, houve grande preocupação no momento de retomar essa obra e construir os demais blocos, em relação ao padrão de construção, materiais e às características do projeto inicial, respeitando as decisões dos envolvidos desde o primeiro momento.

Sendo assim, salienta-se que a questão da sustentabilidade não está voltada apenas para os aspectos físicos do ambiente construído, mas também para as memórias vividas por aqueles moradores, influenciando diretamente tanto na saúde física como também na psicológica. Diante isto, nota-se que está cada vez mais evidente a necessidade de implementar a participação comunitária nos processos de projeto e construção contribuindo para o bem-estar e saúde humana e para comunidades e locais mais resilientes, equitativos e sustentáveis.

Referências

- [1] PELLI, V. S. **Habitar, participar, Pertencer – accede a La vivienda – incluirse em La sociedad**, Buenos Aires: Nobuko, 2007.
- [2] DE PAOLI, Dina; PINA, S.M.G. Pela inclusão do desenho urbano na agenda da habitação social in 7º Seminário PROJETAR. **Anais**. Natal, 2015.
- [3] REIS, A. Tarcisio; LAY, Maria C. D. O Projeto da Habitação de Interesse Social e a Sustentabilidade Social: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 99-119, set. 2010
- [4] WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Integrating health in urban and territorial planning: a sourcebook**. World Health Organization, 2020.
- [5] CAMPS, Maria. Da obra projectada à obra vivida: sobre o conjunto habitacional da bouça. 2012. 119 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Porto, 2012.
- [6] CHING, F. D. K. **Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [7] FELIPPE, Maíra L.; SILVEIRA, Bettieli (org.). **Ambientes Restauradores: conceitos e pesquisas em contextos de saúde**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Cap. 2. p. 23-27.
- [8] VALE, Clara P.; ABRANTES, Vítor. Reabilitação de edifícios recentes: continuidade e reinterpretção. Conjunto habitacional da Bouça. In: 4 Congresso Construção. **Anais**. Coimbra, 2012. P. 1-12.
- [9] ALMEIDA, Beatriz. Ilhas, do lado de lá da rua: reflexões sobre a habitação popular e social e a sua integração na cidade do porto. 2015. 181 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura do Porto, Porto, 2015.
- [10] COHEN, Simone C.; KLIGERMAN, Débora C.; BARCELOS, Mara. Espaços saudáveis e sustentáveis, biossegurança e resíduos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 24, n. 3, p. 274-283, 2011.

Ofuscamento em sala de aula sob novos parâmetros da ABNT NBR:15.215-3 e perspectiva do usuário

Glare in the classrooms under the new parameters of ABNT NBR:15215-3 and user perspective

Ana Paula Silva Souza, graduanda, UFMG

apssousa@ufmg.br

Maxuel Soledade Santos, graduando, UFMG

maxsoledade@ufmg.br

Larissa Arêdes Monteiro, mestra, UFMG

lam2019@ufmg.br

Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, mestra, UFMG

ludmilamendes@ufmg.br

Roberta Vieira Gonçalves de Souza, doutora, UFMG

robertavgs@ufmg.br

Resumo

A revisão da norma brasileira de iluminação natural propõe a análise da qualidade da iluminação natural em espaços internos a partir de novos critérios, incluindo o ofuscamento. O ofuscamento causado pela luz natural pode acarretar perda de desempenho por usuários de ambientes de ensino. Esse trabalho buscou analisar o ofuscamento em uma sala de aula da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a partir de simulação computacional e de questionários. A percepção dos usuários sugere que o ofuscamento pode ser maior do que o indicado em simulação computacional. Concluiu-se que dispositivos de controle são essenciais para mitigação do desconforto por ofuscamento pela luz natural nesses ambientes.

Palavras-chave: Ofuscamento pela luz natural; NBR 15.215-3; Usuário

Abstract

The review of the Brazilian day lighting standard proposes the analysis of the quality of natural lighting in internal spaces based on new criteria, including glare. Glare caused by natural light can lead to a loss of performance for users of teaching environments. This work sought to analyze glare in a classroom at the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), based on computer simulation and questionnaires administered to users. User perception suggests that glare may be greater than indicated in computer simulation. It was concluded that control devices are essential for mitigating daylight glare discomfort in these environments.

Keywords: Daylight Glare; NBR 15.215-3; Users

1. Introdução

A norma brasileira NBR 15215-3 (Iluminação Natural Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos) passou por revisão, consulta pública e encontra-se em fase final de revisão para publicação [1]. A revisão da norma propõe a avaliação da qualidade da iluminação de ambientes internos através de seis critérios: disponibilidade da luz natural em ambientes internos, vista para o exterior, proteção contra ofuscamento, exposição mínima à luz solar direta, exposição anual máxima à luz solar direta e luz como estímulo não visual [1]. Dentre estes aspectos, e por limitação de tamanho, o presente trabalho tem enfoque na questão da proteção contra o ofuscamento.

O ofuscamento é uma sensação visual negativa experimentada pelo observador. Causada por áreas com brilho de luminância maior do que a luminância à qual os olhos estão adaptados, produz desconforto ou perda de desempenho visual e visibilidade [2]. O ofuscamento depende da percepção individual e pode causar efeitos colaterais ou posteriores como dores de cabeça ou fadiga [1]. A percepção do ofuscamento depende da distribuição da luminância no campo de visão e, portanto, depende da posição espacial e da linha de visão do ocupante [3].

A revisão da NBR 15215-3:2023 propõe a métrica de Probabilidade de Ofuscamento pela luz natural (*Daylight Glare Probability*, DGP) para detectar o desconforto pelo brilho excessivo. A métrica DGP calcula o brilho com base nos efeitos de contraste e saturação. Para avaliar o ofuscamento da luz do dia, é importante considerar a distribuição composta das diferentes luminosidades dentro do campo de visão, assim como o tamanho, intensidade e posição da fonte de ofuscamento em relação à linha de visão [1][4]. Segundo a NBR 15215-3:2023, um $DGP < 0,34$ acusa um ofuscamento imperceptível, enquanto valores entre $0,34 \leq DGP \leq 0,38$ acusam que há ofuscamento perceptível, valores entre $0,38 < DGP \leq 0,45$ acusam a presença de ofuscamento perturbador, e valores $DGP > 0,45$ são considerados como ofuscamento intolerável. A norma recomenda que a proteção contra o ofuscamento seja analisada em função do tempo de uso do ambiente: deve haver uma proteção para que DGP no espaço não exceda o limiar para ofuscamento perturbador ($DGP_e > 0,38$) em mais de 5% do tempo de ocupação do ambiente [1].

Além disso, Wienold e Christofferen propuseram o índice de Ofuscamento Espacial pela Luz Natural, (*sDG*, *Spatial Disturbing Glare*) para quantificar o brilho excessivo da luz do dia, ao longo do ano. O índice foi proposto através do *plug-in* ClimateStudio para o *software* Rhinoceros, e exibe a porcentagem de direções de visão do usuário que apresenta ofuscamento $DGP > 38\%$ (perturbador ou intolerável) durante pelo menos 5% das horas ocupadas no ano. O cálculo é baseado nos valores de DGP, considerando até oito direções de visão a partir de cada ponto situado em uma malha ajustada para uma altura de visão específica [5]. O espaçamento dos pontos deve ser mantido entre 0,5 m e 2,0 m, preferencialmente [1].

Apesar de a norma brasileira não indicar a detecção do ofuscamento através de taxas de contraste e valores de luminâncias verticais, Monteiro [6] aponta que diversos estudos buscam compreender esse desconforto por tais parâmetros. Na revisão de estudos sobre a temática, a autora aponta que taxas de contraste aceitáveis na luminância geral do ambiente são de 1:10 até 1:11,7, enquanto outros estudos afirmam que a percepção do ofuscamento perturbador e intolerável pode ocorrer quando a luminância está acima de 2.000 cd/m².

A percepção dos usuários é extensamente usada para avaliação de aspectos relativos à iluminação natural dos espaços como nas pesquisas de Reinhart e Weissman (2012)[7], com 60 ocupantes e de Reinhart, Rahka e Weissman [8] que aplicaram questionários para definição de

métricas como a das - *Spatial Daylight Autonomy* e a UDI - *Useful Daylight Illuminance* - em pesquisas que tiveram de 13 a 331 alunos, inclusive com participantes do Brasil.

Assim, o presente estudo buscou analisar o ofuscamento em uma sala de aula de ensino superior na qual um usuário, pessoa com deficiência (PCD), relatou a existência do problema. Para verificação da questão usaram-se as metodologias propostas na revisão da NBR 15.215-3, utilizando simulação computacional. Para verificar *in loco* a ocorrência do fenômeno foi feita aplicação de questionários para usuários da sala de aula. O objetivo foi confrontar resultados quantitativos e qualitativos, para verificar o desconforto visual causado pela luz natural.

1. Procedimentos Metodológicos

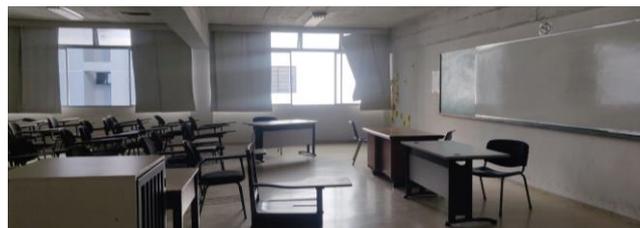
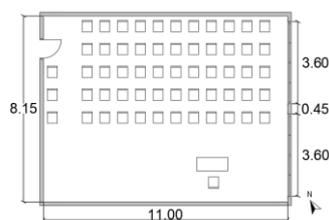
A pesquisa foi dividida em cinco etapas. A 1ª consistiu na definição e caracterização do objeto de estudo. Na 2ª fez-se a simulação computacional, para verificar a ocorrência do ofuscamento. A 3ª foi a aplicação de questionário, para avaliar a percepção do usuário sobre o desconforto visual. A 4ª foi a análise dos resultados, com o traçado dos resultados quantitativos, oriundos da simulação, e qualitativos da pesquisa com o usuário. Por último, foi feita a seleção de um dispositivo para mitigar a ocorrência do desconforto.

1.1. Estudo de caso

O objeto de estudo desta pesquisa é uma sala de aula localizada na Escola de Arquitetura da UFMG (Figura 1). A sala se localiza no 4º pavimento do edifício. A escolha da sala se deveu ao incômodo percebido por um dos autores do estudo. Como usuário do espaço, o estudante notou estar sujeito ao excesso de brilho advindo da janela lateral, em razão da alta refletividade do revestimento de azulejos brancos que recobrem o edifício vizinho. O efeito dessa luz refletida no quadro impossibilitava que o estudante enxergasse adequadamente tanto o quadro, quanto a figura do professor (Figura 2). Como o usuário é uma pessoa com mobilidade reduzida, não dispunha de liberdade para mudança de local, sendo este um dos casos para os quais é recomendada a avaliação de ofuscamento: “*em ambientes onde as atividades são comparáveis à leitura (...) e o usuário não é capaz de escolher livremente sua posição e direção de visualização*” [1].



Figuras 1 e 2: Vista de topo e perspectiva com entorno da Escola de Arquitetura da UFMG. Fonte: Google Maps, adaptado pelos autores.



Figuras 3 e 4: Planta-baixa e foto do interior da sala 412 Fonte: Autores.

A sala de aula possui 11 x 8,15 m, com pé direito de 3 m (Figura 3). Apresenta paredes e teto com acabamento em pintura branca, e o piso de revestimento cerâmico bege claro. Possui ainda grandes esquadrias laterais, voltadas para leste, vedadas com vidro simples incolor de 6mm, esquadria em alumínio e cortinas internas do tipo blackout. O leiaute está disposto de modo que as carteiras dos alunos estão paralelas às aberturas (Figura 4).

1.2. Simulação computacional

A simulação computacional foi utilizada neste estudo para a avaliação quantitativa da ocorrência do ofuscamento. Para isso, utilizou-se o *plug-in* ClimateStudio para o *software* Rhinoceros, que calcula a quantidade de direções de visão de usuários que experimentam ofuscamento perturbador ou intolerável ($DGP \geq 0,38$), apresentando como resultado um mapa de distribuição do ofuscamento acima de 0,38, em uma escala de cores que varia de 0 a 5% das horas em que o espaço é ocupado. O programa também fornece o percentual de vistas que apresenta probabilidade de ofuscamento acima de 0,38, através do índice sDG. O cálculo é baseado em valores horários de DGP para oito direções de visão distintas em cada posição [5]. A altura de visualização considerada foi de 1,2 m a partir do piso, sendo essa considerada a altura dos olhos de um observador sentado [1].

O modelo tridimensional do espaço foi criado no *software* SketchUp, devido à facilidade de modelagem. Em seguida, o modelo foi exportado para o Rhinoceros 7, onde foram configurados os dados necessários para o cálculo do *plug-in* ClimateStudio. Os parâmetros de entrada utilizados no *plug-in* foram: (1) arquivo climático da cidade de Belo Horizonte: BRA_MG_Belo.Horizonte-Prates.AP.836724_TMYx.2007-2021.epw [9]; (2) período de análise: de 8h às 18h [1]; (3) malha de pontos: distância entre pontos de 0,61 cm e altura de 1,2 m [1]; (4) propriedades ópticas dos materiais, obtidas no *plug-in* ClimateStudio, que conta com uma biblioteca de materiais americanos, com propriedades medidas e fontes validadas, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades ópticas dos materiais usadas na simulação.

Superfície	Nomenclatura	Propriedade
paredes	<i>White wall</i>	Refletância = 83,4%
piso	<i>Light Grey Ceramic Tile floor</i>	Refletância = 60,4%
teto	<i>White ceiling</i>	Refletância = 85,7%
Vidro da janela	<i>Clear - Clear</i>	Transmissividade de luz visível = 77,4%*
Azulejo do prédio externo	<i>White Ceramic Tile wall</i>	Refletância = 80,9%
Pintura cinza do prédio externo	<i>Grey Painted wall</i>	Refletância = 45,8%
Cortina	<i>Beige Curtain</i>	Refletância = 57,3%
Quadro branco	<i>Plastic Ceiling Vent E14 548</i>	Refletância = 80,6%

Fonte: Autores (2023).

Conforme indicado pela proposta de revisão da NBR 15215-3:2023 [1], um fator de sujidade foi aplicado ao vidro, o que depreciou o valor da transmissividade da luz visível (T_{vis}) em 5%, sendo considerado o vidro com $T_{vis} = 77,4\%$ (*) para a simulação. Além disso, as configurações do Radiance, motor que roda a simulação no *plug-in*, seguiram o padrão, com $samples\ per\ pass = 64$, $max\ number\ of\ passes = 100$, $ambient\ bounces = 6$, $weight\ limit = 0,01$.

Outro ensaio realizado por simulação computacional, com o *plug-in* ClimateStudio, utilizou imagens com o campo de visão em duas posições: uma próxima à janela e outra próxima à parede oposta, ambas com a direção de visão voltada para o quadro. Estas simulações foram realizadas para o dia 09 de maio, às 14:30h. As imagens utilizadas foram esquematizadas para a detecção de ofuscamento, fazendo o uso de lente olho de peixe em cores falsas, para melhor visualização das luminâncias verticais.

1.3. Pesquisa subjetiva

Para análise subjetiva foi aplicado um questionário com sete perguntas sobre a qualidade da luz natural na sala de aula, a eventual percepção de desconforto e as eventuais ações dos usuários para mitigação de desconforto. Cinco perguntas tiveram possibilidades de respostas em escala qualitativa Likert de 5 níveis com respostas variando de negativo a positivo. Foi usado para o tratamento das mesmas, a escala de -2 a 2. O questionário também incluiu duas perguntas com possibilidade de resposta sim ou não. Ao final do questionário foi adicionado um campo onde os respondentes poderiam acrescentar comentários sobre a presença da luz natural na sala de aula em estudo. O questionário foi aplicado para os usuários da sala 412 no dia 09 de maio de 2023, durante uma aula vespertina, às 14:30h (Figura 5). A amostra de alunos da disciplina era de 62 alunos, da qual 38 responderam completamente às perguntas, (62% do público total da sala). O dia estava claro e com poucas nuvens, conforme Figura 6.



Figura 5: Sala 412 no momento da aplicação do questionário. Fonte: Autores

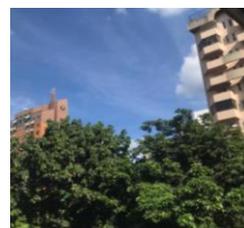
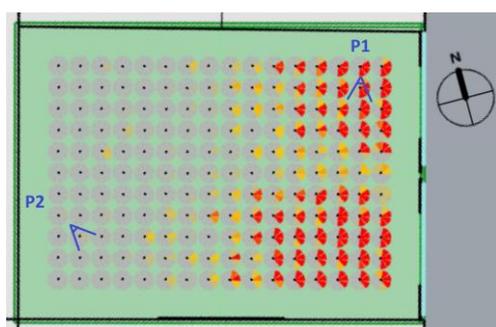


Figura 6: Céu no momento da aplicação do questionário. Fonte: Autores

2. Resultados

2.1. Simulação computacional

A Figura 7 apresenta os resultados obtidos após a simulação computacional do ofuscamento na sala de aula em estudo.



ofuscamento imperceptível	$DGP \leq 0,34$
ofuscamento percebido	$0,34 < DGP \leq 0,38$
ofuscamento perturbador	$0,38 < DGP \leq 0,45$
ofuscamento intolerável	$0,45 < DGP$

Figura 7: Resultado para sDG e direções de visão com probabilidade de ocorrência de ofuscamento. $sDG = 9,4\%$ (% de vistas com Ofuscamento Perturbador ou Intolerável em pelo menos 5% do tempo)Fonte: Autores

O resultado da simulação mostra que o ofuscamento perturbador ou intolerável, ($sDG > 0,38$ em mais pelo menos 5% do tempo) ocorre em 9,4% das direções de visão na malha de análise. Nota-se que o ofuscamento perturbador, ou intolerável, ocorre em 35% das posições dentro da sala de aula e que as direções de visão voltadas para a janela e/ou as posições próximas à abertura possuem maior probabilidade de ocorrência de ofuscamento perturbador ou intolerável. Os mapas gerados pelo *plug-in* mostram que esse desconforto visual ocorre no período de 10 às 17 horas, em todo ano. Em posições próximas à parede oposta à janela, o ofuscamento teria caráter imperceptível para todas as direções de visão.

As figuras 8 e 9 mostram, respectivamente, os resultados das simulações a partir de imagens com o observador próximo às janelas (P1 - Figura 7) e com o observador em posição mais distante das janelas (P2 – Figura 7). Ambas as situações consideraram o observador sentado, com a visão direcionada para o quadro.

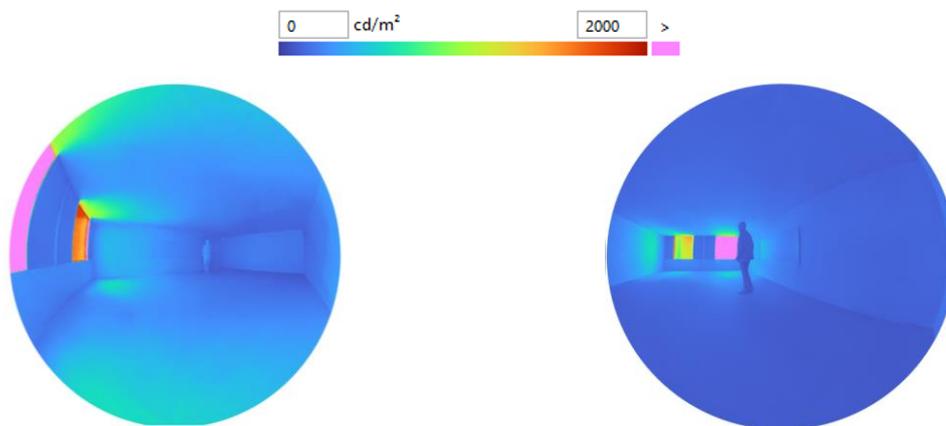


Figura 8: Campo de visão do observador P1, próximo às janelas. Fonte: Autores

Figura 9: Campo de visão do observador P2, em posição oposta às janelas. Fonte: Autores

Para o observador sentado mais próximo à janela, a iluminância vertical atinge o valor de 2.000 cd/m^2 , agravando os contrastes da cena, o que pode confirmar a presença do ofuscamento mais incômodo (Figura 8) [6]. Para o observador sentado mais distante da janela, os contrastes são menores, com iluminâncias verticais detectadas de até 1.500 cd/m^2 (Figura 9). Mesmo assim, áreas muito brilhantes são encontradas no campo de visão do observador sentado mais distante da janela, provocadas pelas aberturas, onde o ofuscamento velador também é percebido na reflexão da luz no quadro (ver extremidade do quadro próxima à abertura na Figura 9). Esta situação pode agravar o desconforto visual e acarretar perda de desempenho.

2.2. Pesquisa subjetiva

A seguir, na Tabela 2, apresentam-se as respostas obtidas para o questionário. Na primeira pergunta do questionário, foi levantada a opinião dos alunos sobre a importância da presença de luz natural em salas de aula. Para maioria dos alunos, a presença de luz natural é muito importante. Entretanto, este entendimento não é unânime, visto que uma parcela dos alunos considera a luz natural incômoda. Em seguida apresentam-se as respostas dos alunos relacionadas à percepção sobre diferentes aspectos associados à presença da luz natural na sala de aula do estudo de caso.

Com exceção do resultado “indiferente”, exibido na pergunta 2, as demais perguntas resultaram em respostas predominantemente negativas sobre a percepção da presença da luz do dia na sala de aula em questão. Tal resultado é fortemente evidenciado pela média ponderada obtida para a pergunta 5.

Tabela 2: Tabulação das respostas obtidas pela aplicação do questionário

Tema da pergunta	Respostas em escala Likert	Média ponderada
	-100% -80% -60% -40% -20% 0% 20% 40% 60% 80% 100%	muito importante
1. Presença de luz natural na sala de aula	<p>8% 3% 24% 66%</p> <p>■ incômoda ■ sem importância ■ indiferente ■ importante ■ muito importante</p>	1,4
2. Satisfação em relação à quantidade de luz natural	<p>11% 39% 14% 26% 11%</p> <p>■ muito insatisfeito ■ insatisfeito ■ indiferente ■ satisfeito ■ muito satisfeito</p>	indiferente -0,1
3. Dificuldade de enxergar o quadro pela reflexão do entorno	<p>29% 50% 14% 8%</p> <p>■ dificulta muito ■ dificulta pouco ■ indiferente ■ não dificulta ■ ajuda</p>	dificulta pouco -1,0
4. Conforto em relação ao prédio vizinho	<p>13% 58% 24% 5%</p> <p>■ muito desconfortável ■ desconfortável ■ indiferente ■ confortável ■ muito confortável</p>	desconfortável -0,7
5. Incômodo pela mudança de visão da janela para o quadro	<p>58% 37% 2% 3%</p> <p>■ incomoda muito ■ incomoda pouco ■ indiferente ■ não incomoda ■ confortável</p>	incomoda muito -1,5
Valores para a escala	(-2 a ≤ -1,2) (>-1,2 a ≤ -0,4) (>-0,4 a ≤ 0,4) (>0,4 a ≤ 1,2) (>1,2 a 2,0)	

Fonte: Autores

A sexta pergunta do questionário levantou o percentual de alunos que já trocou de lugar por causa do excesso de luz natural. As respostas indicaram que 42% dos alunos responderam de forma afirmativa. Este percentual é considerado elevado, dada a limitação das dimensões da sala de aula em relação ao número de alunos, o que restringe as opções de mudança de posição. A última pergunta explorou a percepção dos alunos quanto a algum incômodo causado por sombras, durante as atividades de escrita, na sala de aula. Para esta pergunta, 29% dos alunos responderam já terem percebido este incômodo. O mesmo raciocínio da questão anterior, quanto à limitação das dimensões da sala de aula, sugere que o incômodo por sombras é percebido por uma parcela considerável de alunos. Ao final do questionário, alguns alunos registraram comentários sobre a presença de luz natural na sala de aula (Quadro 1).

Quadro 1: Comentários dos alunos

	Comentário
1	“Sentar próximo à janela acaba facilitando a visualização do quadro, pois sentado próximo à porta, ao olhar em direção ao professor, que fica no centro da sala, a vista acaba sendo ofuscada pela luz natural”
2	“O prédio ao lado, recoberto com ladrilhos brancos, reflete muita luz para o interior da sala, o que incomoda a visão periférica ao olhar para o quadro, além de comprometer a visualização dos slides”
3	“A sala também fica extremamente quente, acredito que o problema envolva tanto o ofuscamento, quanto a falta de ventilação, devido à existência do prédio na frente na janela”

Fonte: Autores

Conforme exposto, os comentários abrangeram questões referentes à localização do aluno na sala de aula e sobre a influência do prédio do entorno imediato da edificação.

2.3. Simulação para mitigação

Para o controle do ofuscamento, a revisão da NBR 15.215-3:2013 recomenda o uso de dispositivos de proteção solar móveis individualmente ajustáveis. Assim, foi simulado um *brise*

móvel metálico, com placas de 15 cm de comprimento, 3 cm de espessura e distanciamento entre placas de 20 cm. As Figuras 10 e 11 exibem o resultado da simulação, para os ângulos de rotação do dispositivo de 0° e 45°.

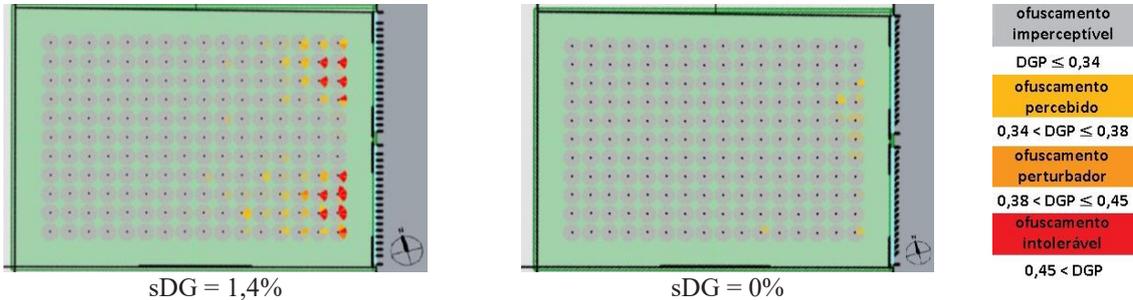


Figura 10: Resultado da simulação com *brise* móvel, ângulo de rotação de 0°. Fonte: Autores

Figura 11: Resultado da simulação com *brise* móvel, com ângulo de rotação de 45°. Fonte: Autores

Conforme os resultados da simulação, para os dois casos, a instalação do dispositivo de proteção solar mitigou a ocorrência do ofuscamento mais incômodo, reduzindo o desconforto em pelo menos 85%. A posição dos *brises* a 0° ainda mostrou a ocorrência de ofuscamento perturbador ou intolerável em 7% das posições na sala, nas direções de visão voltadas para as janelas. A posição dos *brises* a 45° se mostrou mais favorável para o controle do ofuscamento na sala de aula em estudo, anulando a ocorrência do ofuscamento perturbador ou intolerável.

3. Análises dos Resultados

No objeto de estudo, o ofuscamento causado pelo brilho refletido do prédio em frente à sala de aula foi identificado tanto pela simulação computacional, quanto pela percepção dos usuários. As respostas obtidas indicam que, apesar de considerarem a iluminação natural um fator importante para o espaço, os alunos qualificam a luz como incômoda. Esta situação os leva a mudar de posição para evitar o ofuscamento. Verifica-se também o desconforto com o ofuscamento velador, que causa dificuldades para enxergar o conteúdo escrito no quadro.

Porém, a simulação avalia o incômodo na parede oposta à janela como imperceptível, enquanto os alunos alegam que sentar-se nessa posição não é conveniente, haja vista que o campo visual é comprometido pela ocorrência do ofuscamento causado pela abertura e de reflexos gerados no quadro. Infere-se que a percepção do usuário é de que o ofuscamento ocorre em mais direções de visão e posições na sala, do que o apontado pela simulação.

4. Considerações Finais

O desconforto por ofuscamento pode ser causado pela visualização direta do sol, mas também devido à reflexos veladores de outras superfícies. A discrepância entre a percepção do usuário no cenário real e o resultado simulado deve ser levada em consideração. Apesar da simulação contribuir para a identificar e minimizar desconfortos no projeto de um espaço, as percepções dos usuários variam entre diferentes indivíduos e podem revelar mais incômodos. Para aprofundar a investigação, ressalta-se a importância de ampliar o objeto de estudo, contemplando mais ambientes e uma amostra maior de participantes na pesquisa subjetiva.

Cabe salientar que o controle do ofuscamento com a adoção do *brise* pode afetar outros critérios de desempenho lumínico, como a disponibilidade de luz natural e a qualidade da vista para o exterior, que devem ser analisados em estudos futuros. No entanto, entende-se que o uso de dispositivos móveis garante maior flexibilidade. Parte-se do princípio de que os mesmos deverão ser acionados somente nos horários em que a luz do dia causar desconforto.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15215-3: Iluminação natural - Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- [2] BOYCE, Peter. Human Factors in Lighting. 2nd ed. London: Taylor & Francis, 2003.
- [3] BOMMEL, Wout Van. Interior Lighting. Fundamentals, Technology and Application. Cap 1-4. Springer Nature, Switzerland, 2019, p. 3-136.
- [4] QUEK, Geraldine; WIENOLD, Jan; KHANIE, Mandana Sarey; ERELL, Evyatar; KAFTAN, Eran; TZEMPELIKOS, Athanasios; KONSTANTZOS, Iason; CHRISTOFFERSEN, Jens; KUHN, Tilmann; ANDERSEN, Marilyne. Comparing performance of discomfort glare metrics in high and low adaptation levels. *Building and Environment*, v. 206, jun. 2021.
- [5] SOLEMMMA LLC. Climate Studio. Minneapolis, 2023. Available at: <https://www.solemma.com/climatestudio>.
- [6] MONTEIRO, Larissa Arêdes. Iluminação natural em salas de aula – análise por novos parâmetros normativos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2023.
- [7] REINHART, Christoph; RAKHA, Tarek; WEISSMAN, Dan. Predicting the Daylit Area – A Comparison of Students Assessments and Simulations at Eleven Schools of Architecture. **LEUKOS: the Journal of the Illuminating Engineering Society of North America**, 10:4, p. 193-206, 2014.
- [8] REINHART, Christoph F; WEISSMAN, Daniel A. The daylit area - Correlating architectural student assessments with current and emerging daylight availability metrics. **Building and Environment**, v. 50, p. 155-164, 2012.
- [9] Climate.OneBuilding. Org, 2023. Disponível em: <https://climate.onebuilding.org/>.

Análise de legislações que incluem o saneamento básico no combate ao mosquito vetor da dengue no estado do Rio de Janeiro

Analysis of legislation relating to vectors and management of urban floods in the state of Rio de Janeiro

Laise Novellino Nunes de Souza, Doutoranda em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos no Instituto Federal Fluminense (IFF). Mestre em Engenharia Ambiental pelo IFF, Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

lalanovellino@hotmail.com

Wagner Rambaldi Telles, Doutorado em Modelagem Computacional pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Graduado em matemática e professor da Universidade Federal Fluminense (UFF).

wr_telles@yahoo.com.br

Jader Lugon Junior, Pós-doutorado em Modelagem Computacional pelo Instituto Politécnico da UERJ. Coordenador do Doutorado Profissional em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos do IFF.

jlugonjr@gmail.com.

Resumo

A dengue é uma doença de escala mundial que tem se alastrado em diversos estados do Brasil e, em particular, no estado do Rio de Janeiro. No ambiente de mata, os peixes fazem o papel de diminuir a população de mosquitos na fase inicial, e, os lagartos e sapos, na fase adulta. Nas cidades, os mosquitos funcionam como pragas urbanas, ou seja, têm população descontrolada devido à falta de predadores naturais, além de ter disponibilidade de ambiente e alimento para seu crescimento e reprodução. Ressalta-se o fato do saneamento básico não ser universal para as populações, e menos ainda ser considerado como fator de investimento para combater vetores que transmitem a dengue, apesar da primeira etapa de desenvolvimento do mosquito ser na água. O objetivo deste trabalho é trazer, através da revisão bibliográfica, todas as legislações aplicadas ao combate ao vírus da dengue, a qual também é vetor do zika vírus e do vírus da chikungunya no estado do Rio de Janeiro, bem como, analisar quais normativas incluem o saneamento básico como medida para conter a propagação da doença. Dentre 92 (noventa e dois) municípios do estado do Rio de Janeiro, apenas 13 (treze) municípios aprovaram decretos e/ou leis que contemplem o combate ao mosquito transmissor da dengue, zika vírus e chikungunya, e apenas a cidade de São Gonçalo citou o cuidado com a drenagem em vias públicas. Esse estudo demonstra como existe uma lacuna no combate ao vetor transmissor da dengue quando se trata de saneamento básico.

Palavras-chave: Saneamento básico; Aedes Aegypti; Drenagem urbana.

Abstract

Dengue is a worldwide disease that has spread in several states in Brazil and, in particular, in the state of Rio de Janeiro. In the forest environment, fish play the role of reducing the mosquito population in the initial phase, and lizards and frogs in the adult phase. In cities, mosquitoes function as urban pests, that is, they have an uncontrolled population due to the lack of natural predators, in addition to the availability of environment and food for their growth and reproduction. It is worth highlighting the fact

that basic sanitation is not universal for populations, and even less is it considered as an investment factor to combat vectors that transmit dengue fever, despite the mosquito's first stage of development being in water. The objective of this work is to bring, through a bibliographical review, all the legislation applied to combat the dengue virus, which is also a vector of the zika virus and the chikungunya virus in the state of Rio de Janeiro, as well as to analyze which regulations include basic sanitation as a measure to contain the spread of the disease. Among 92 (ninety-two) municipalities in the state of Rio de Janeiro, only 13 (thirteen) municipalities approved decrees and/or laws that address the fight against the mosquito that transmits dengue, zika virus and chikungunya, and only the city of São Gonçalo mentioned care with drainage on public roads. This study demonstrates how there is a gap in combating the vector that transmits dengue when it comes to basic sanitation.

Keywords: Basic sanitation; *Aedes Aegypti*; Urban drainage.

1. Introdução

A dengue é uma infecção viral transmitida por mosquitos que se espalhou pelo mundo tropical nos últimos 60 anos e agora afeta mais da metade da população mundial. Espera-se que a distribuição geográfica da dengue se expanda ainda mais devido aos fenômenos globais em curso, incluindo as alterações climáticas e a urbanização (Messina et al., 2019) [24]. Além disso, arbovírus (um acrônimo para “vírus transmitidos por artrópodes”) tornaram-se uma ameaça importante e constante à saúde global, com uma alta incidência de surtos epidêmicos em países tropicais e subtropicais (De Mendonça et al., 2021; Weaver, 2018) [15],[49].

Esse vetor é responsável por transmitir, além do vírus da dengue, o zika vírus, o vírus chikungunya, a febre do Nilo, o vírus Mayaro (Pereira et al., 2020) [45], a febre amarela e a febre do Vale (Leta et al., 2018) [23]. E está presente em diversos continentes, na África Central (Kamgang et al., 2013; Wilson-Bahun et al., 2020) [20],[50], na África Ocidental (Crawford et al., 2017; Konkon et al., 2023) [13],[22], na África Oriental (Kamgang et al., 2020) [19], na Austrália (Beebe et al., 2021) [5], na América do Sul (Calle-Tobón et al., 2022; CROMWELL et al., 2017)[8], [14], na região do Caribe (Bardach et al., 2019) [4], região do Mediterrâneo Oriental (Ducheyne et al., 2018) [17], e na América do Norte (Dieme; Ciota; Kramer, 2020) [16].

O vírus da zika é um arbovírus emergente transmitido por mosquitos que causa sintomas semelhantes aos da dengue. Este vírus foi comumente detectado na África e na Ásia. Desde o seu surgimento na Micronésia, região do oceano Pacífico Ocidental, na Oceania, em 2007, o vírus da zika ressurgiu na região do Pacífico Sul em 2013 e finalmente atingiu o continente americano em 2015. A região do Caribe (Martinica, Guadalupe), a América do Norte (sul dos Estados Unidos), a América do Sul (Brasil, Guiana Francesa) já detectaram a presença dos mosquitos vetores do zika vírus. Em maio de 2015, o zika vírus foi detectado no Brasil e depois se espalhou pela América do Sul e Central. Em dezembro de 2015, o zika vírus foi detectado na Guiana Francesa e na Martinica (Chouin-Carneiro et al., 2016) [11].

O marco do saneamento básico de 2020 prevê como princípio fundamental no seu artigo 2, o abastecimento de água, esgotamento sanitário, e a limpeza urbana visando atender à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente, também prevê a disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida (Brasil, 2020) [6].

De acordo com Usher (2018) [48], um sistema de drenagem fechado composto por canais trapezoidais e bueiros no ambiente urbano em comparação com canais abertos em um ambiente rural produz um ambiente mais propício para a reprodução dos mosquitos transmissores da dengue.

A estagnação das águas pluviais leva ao aumento de doenças transmitidas pela água, como a malária e a dengue, por criar locais de reprodução para vetores de doenças (Afrin; Islam; Rahman, 2020; Mowla; Islam, 2013) [1],[25]. A drenagem inadequada e a gestão inadequada de resíduos sólidos criam condições propícias ao surgimento de pragas urbanas, dando origem a doenças transmitidas por vetores, como a malária e a dengue (Nath; Dobe, 2016) [43].

De acordo com Ali *et al.* (2022) [3], vários casos de dengue foram relatados devido a sistemas deficientes de controle de enchentes e drenagem. Após fortes chuvas nas áreas urbanas, os mosquitos recebem um ambiente favorável para sua reprodução, e transmissão através de águas estagnadas, devido a falta de manutenção do sistema de drenagem. De acordo com Junaid Tahir *et al.* (2020) [18], a má gestão das cheias e das instalações de eliminação de

água, levam a um risco imenso de surto de dengue, reforçando que o acúmulo de água parada nas áreas urbanas é uma importante fonte de reprodução e transmissão de mosquitos.

Charlesworth *et al.* (2022) [9] mostraram como uma abordagem simples e sustentável do sistema de drenagem poderia prevenir a acumulação de água parada nas ruas e, assim, reduzir as oportunidades de reprodução de mosquito, e reduzir as taxas de infecção causadas por ele. Choong *et al.* (2022) [10] afirmaram que estruturas convencionais de drenagem urbana que armazenam água ao longo do tempo são habitats para larvas de mosquitos, e que práticas adequadas de gestão de águas pluviais podem ajudar a prevenir a reprodução de larvas de mosquitos. Tauzer *et al.* (2019) [47] observaram que as doenças transmitidas por mosquitos, como a dengue, foram mencionadas como fator de risco para moradores que viviam próximos a poças de água parada. Costa e Natal (1998) [12] concluíram que a incidência de dengue foi maior nos setores onde os serviços de saneamento básico eram mais precários, em particular, a que se refere a coleta de esgoto sanitário à concessionária.

De acordo com Seidahmed *et al.* (2018) [46], incidência da dengue é proporcional às frações da área com maior densidade de drenagem. E a densidade das redes de drenagem devem ser consideradas tanto para a prevenção de inundações como para a reprodução de mosquitos. Khalid e Ghaffar (2015) [21], para identificar os motivos e regiões de maior risco de transmissão da dengue, consideraram a precipitação, o cálculo dos padrões de drenagem, as características dos cursos de água, a acumulação de fluxo e a densidade de drenagem das áreas de estudo.

2. Objetivos

O objetivo deste artigo é trazer através da revisão bibliográfica, todas as legislações aplicadas ao combate ao vírus da dengue, a qual também é vetor do zika vírus e do vírus da chickunguya no estado do Rio de Janeiro. E analisar quais normativas incluem o saneamento básico como medida para conter a propagação da doença.

3. Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi adotada uma revisão da literatura, sendo o Google o principal buscador utilizado. Inicialmente usou-se o Google Acadêmico, mas as páginas das prefeituras não estavam sendo incluídas, apenas apareciam artigos relacionados ao tema buscado. As palavras-chave utilizadas foram “legislação”, “dengue”, “zika”, “chickunguya” e o nome de uma cidade localizada no estado do Rio de Janeiro, cada cidade foi pesquisada com as demais palavras-chave individualmente, e o mesmo procedimento foi feito para as 92 (noventa e duas) cidades localizadas no estado do Rio de Janeiro. Para isso, pesquisou-se a lista dos municípios pertencentes ao estado, a lista encontrada no Google, estava em ordem alfabética, e assim foi feita a ordem das pesquisas por cidade. Não foram consideradas projetos de lei, apenas leis e decretos já regulamentados.

4. Resultados

Apesar da importância ao combate do vírus, foram localizadas apenas 13 (treze) legislações municipais aprovadas e em aplicação. O Quadro 1 faz um resumo das legislações encontradas por cidade ao longo do estado do Rio de Janeiro

Quadro 1: Legislações aplicáveis ao estado do Rio de Janeiro.

Legislações aplicáveis ao estado do Rio de Janeiro			
Abrangência	Local	Legislação	Resumo
Nacional	Brasil	Lei nº 13.301 de 2016 [7].	Dispõe sobre a adoção de medidas de vigilância em saúde quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do vírus da dengue, do vírus chikungunya e do vírus da zika; e altera a Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977.
Estadual	Rio de Janeiro	Lei Ordinária nº 7833 de 2018 [42].	Altera a Lei nº 5645, de 06 de janeiro de 2010, incluindo, no calendário oficial do estado do Rio de Janeiro, a semana estadual de prevenção da microcefalia e combate ao mosquito Aedes Aegypti, a ser realizada, anualmente, na terceira semana do mês de outubro.
Municipal	Rio de Janeiro	Decreto nº 42795 de 2017 [38].	Institui Estado de Alerta contra a Tríplice Epidemia de Arboviroses (dengue, zika e chikungunya) na Cidade do Rio de Janeiro, dispõe sobre a prevenção e o controle da transmissão, orienta a prática assistencial para os Sistemas de Saúde, integra os recursos municipais no enfrentamento, e dá outras providências.
	Niterói	Decreto nº 11.566 de 2014 [37].	Dispõe sobre as medidas de Vigilância Sanitária, ambiental em saúde e epidemiológica, voltadas à prevenção e ao controle da dengue no município de Niterói.
	São Gonçalo	Lei nº 835 de 2018 [39].	Dispõe sobre o programa de Vigilância, prevenção, combate e controle da proliferação do mosquito Aedes Aegypti no município de São Gonçalo, e dá outras providências.
	Campos dos Goytacazes	Decreto nº 181 de 2018 [29].	Dispõe sobre a declaração de emergência em razão da epidemia de chikungunya no município de Campos dos Goytacazes.
	Macaé	Lei Ordinária nº 4478 de 2018 [33].	Institui o “Dia D” municipal de combate ao mosquito Aedes Aegypti vetor de doenças como a dengue, zika, chikungunya e febre amarela, bem como a campanha permanente de orientação, conscientização, combate e prevenção ao surto destas doenças.
	Maricá	Lei nº 3378 de 2023 [35].	Autoriza a entrada de agentes de endemias em imóveis abandonados públicos ou privados no município de Maricá quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor dos vírus causadores da dengue e da febre chikungunya e do vírus zika e dá outras providências.
	Barra do Pirai	Decreto nº 006 de 2016 [27].	Declara emergência visando resposta urgente ao controle de Dengue, Zika e Chikungunya e Microcefalia, adotando o Poder de Polícia Administrativa em assunto de Saúde Pública e na prevenção de endemias e dá outras providências
	Casimiro de Abreu	Decreto nº 1458 de 2018 [30].	Institui a Sala de Situação Municipal para Coordenação, Combate e Enfrentamento das arboviroses, e dá outras providências.
	Iguaba Grande	Decreto nº 1627 de 2016 [31].	Institui o Plano Municipal de Ação Contra a dengue, zika e chikungunya no âmbito do município de Iguaba Grande, cria o grupo executivo intersetorial e dá outras providências.
	Cabo Frio	Lei nº 3738 de 2023 [28].	Dispõe sobre o controle de prevenção à dengue, chikungunya e zika no âmbito do município de Cabo Frio e dá outras evidências.
Itaocara	Decreto nº 2190 de 2022 [32].	Decreta emergência no município de Itaocara, devido à epidemia de dengue, e dá outras providências.	
Mangaratiba	Lei nº 750 de 2011 [34].	Dispõe sobre a utilização de métodos naturais de combate à dengue e dá outras providências.	

Miracema	Decreto nº 24 de 2020 [36].	Dispõe sobre a criação do gabinete de crise para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional de corrente do Coronavírus (COVID-19), dengue, Chikungunya e zika, e dá outras providências.
Paty do Alferes	Lei nº 2201 de 2015 [2].	Dá nova redação a Lei nº 1.754, de 20 de julho de 2011 que regulamenta o exercício das atividades de agente comunitário de saúde e de agente de combate às endemias, adequando os à estrutura municipal e dá outras providências.
Valença	Decreto nº. 13 de 2016 [40].	Dispõe sobre os procedimentos a serem tomados para a adoção de medidas de vigilância sanitária e epidemiológica, voltadas à contenção do vírus da dengue, do vírus chikungunya e do zika vírus e ao controle de seu vetor, com potencial de crescimento ou de disseminação que represente risco ou ameaça à saúde pública, no que concerne a indivíduos, grupos populacionais e ambiente.
Volta Redonda	Lei nº4429 de 2008 [41].	Dispõe sobre a instituição de medidas permanentes de combate e prevenção à dengue, procedimentos de controle da doença e seus vetores e dá outras providências.
Angra dos Reis	Lei nº 3.657 de 2017 [26].	Institui o programa de combate e prevenção à dengue, denominado “dengue zero” no município de Angra dos Reis.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

5. Análises dos Resultados ou Discussões

Foram localizadas treze legislações municipais que tratam do controle de mosquitos, entretanto, em apenas uma, houve menção ao cuidado da drenagem urbana em vias públicas para combater a presença desses vetores, a saber:

“Art. 6º fica o serviço autônomo de água e esgoto (concessionária prestadora de serviço público de saneamento básico), responsável pela manutenção das galerias de águas pluviais do município para que não ocorra o acúmulo de água parada de modo que possa tornar-se meio propício para gerar foco do mosquito transmissor.” (Lei Ordinária 835/2018 do Município de São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil) [39].

No Decreto nº1637/2016 em Iguaba Grande [31], apesar de aparecer a palavra “drenagem”, ela tem um contexto semelhante à de outras legislações do estado, a de evitar o acúmulo de água em imóveis residenciais, não contemplando a drenagem em vias públicas.

“Art 5º Os proprietários ou responsáveis por obras, em andamentos ou concluídos, bem como imóveis baldios, ficam obrigados a: I- adotar medidas tendentes à drenagem permanente de coleções hídricas originadas, ou não, por chuvas”. (Decreto nº 1627, de 29 de fevereiro de 2016, Município de Iguaba Grande, Rio de Janeiro, Brasil) [31].

Além disso, a Lei nº 13301 [7] que dispõe sobre a adoção de medidas de vigilância em saúde, quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do vírus da dengue, do vírus chikungunya e do vírus da zika, bem como altera a Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977, reforça a importância do saneamento básico para o controle dessas doenças.

“§ 3º São ainda medidas fundamentais para a contenção das doenças causadas pelos vírus de que trata o caput: [...] II - universalização do acesso à água potável e ao esgotamento sanitário”. (Lei nº 13.301, de 27 de junho de 2016, Brasil) [7].

Em complemento, os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU), a qual inclui o Brasil, são signatários dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), a qual contempla o objetivo número 6, “Água potável e saneamento”, que trata da disponibilização igualitária de água limpa e saneamento básico entre todas as populações do planeta (ONU, 2015) [44]. Assim, cabe aos governos da esfera federal, estadual e municipal do Brasil adotar medidas legais e práticas que promovam atingir os ODS até 2030, o que contempla a promoção de pesquisas científicas neste âmbito, e investimentos em saneamento básico.

6. Conclusão ou Considerações Finais

Dentre as legislações encontradas dentro do estado do Rio de Janeiro, o qual contempla 92 (noventa e dois) municípios, apenas 13 (treze) municípios aprovaram decretos e/ou leis que contemplem o combate ao mosquito transmissor da dengue, zika vírus e Chikungunya.

Dentre as legislações encontradas, apenas a cidade de São Gonçalo citou a drenagem em vias públicas como possível foco de acúmulo de água, citando a presença de galerias de águas pluviais a céu aberto ou subterrâneas como área de atenção. Não houve lei ou decreto encontrado que citasse o abastecimento de água e o tratamento de esgoto como partes do cuidado no combate ao acúmulo de água e possível criadouro de vetores de doenças.

Em virtude das legislações encontradas, acredita-se que as regulações são mais voltadas aos deveres dos cidadãos em cuidar da presença de água dentro de suas propriedades e sanções aplicáveis, e pouco voltada as ações macro que os próprios municípios do estado do Rio de Janeiro podem fazer para conter doenças, em se tratando de sistema de serviço público. Em complemento, isso também demonstra falta de entendimento da importância do poder público na atuação global da cidade, visando a prevenção de pragas urbanas e, principalmente, na importância do saneamento básico neste contexto.

Referências

- [1] AFRIN, S.; ISLAM, M. M.; RAHMAN, M. M. Adequacy assessment of an urban drainage system considering future land use and climate change scenario. **Journal of Water and Climate Change**, v. 12, n. 5, p. 1944–1957, 29 dez. 2020.
- [2] ALFERES, P. D. Paty do Alferes, Rio de Janeiro. Lei nº 2201 de 30 de setembro de 2015. 2015.
- [3] ALI, A. et al. A Privacy-Preserved Internet-of-Medical-Things Scheme for Eradication and Control of Dengue Using UAV. **Micromachines**, v. 13, n. 10, p. 1702, out. 2022.
- [4] BARDACH, A. E. et al. Interventions for the control of *Aedes aegypti* in Latin America and the Caribbean: systematic review and meta-analysis. **Tropical medicine & international health: TM & IH**, v. 24, n. 5, p. 530–552, maio 2019.
- [5] BEEBE, N. W. et al. Releasing incompatible males drives strong suppression across populations of wild and *Wolbachia*-carrying *Aedes aegypti* in Australia. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 118, n. 41, 10 out. 2021.
- [6] BRASIL. **Presidência da República Federativa do Brasil. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento.** Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: 4 ago. 2020.

[7] BRASIL. **Lei nº 13.301, de 27 de junho de 2016.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13301.htm>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[8] CALLE-TOBÓN, A. et al. Local-scale virome depiction in Medellín, Colombia, supports significant differences between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, p. e0263143, 27 jul. 2022.

[9] CHARLESWORTH, S. M. et al. The Potential to Address Disease Vectors in Favelas in Brazil Using Sustainable Drainage Systems: Zika, Drainage and Greywater Management. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, p. 2860, jan. 2022.

[10] CHOONG, Z. J. et al. A numerical modelling on the effectiveness of bioretention system for dengue control. **E3S Web of Conferences**, v. 347, p. 04006, 2022.

[11] CHOUIN-CARNEIRO, T. et al. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 3, p. e0004543, 3 mar. 2016.

[12] COSTA, A. I. P. DA; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, p. 232–236, jun. 1998.

[13] CRAWFORD, J. E. et al. Population genomics reveals that an anthropophilic population of *Aedes aegypti* mosquitoes in West Africa recently gave rise to American and Asian populations of this major disease vector. **BMC Biology**, v. 15, n. 1, p. 16, 28 fev. 2017.

[14] CROMWELL, E. A. et al. The relationship between entomological indicators of *Aedes aegypti* abundance and dengue virus infection. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 3, p. e0005429, 23 mar. 2017.

[15] DE MENDONÇA, S. F. et al. Evaluation of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* Mosquitoes Competence to Oropouche virus Infection. **Viruses**, v. 13, n. 5, p. 755, maio 2021.

[16] DIEME, C.; CIOTA, A. T.; KRAMER, L. D. Transmission potential of Mayaro virus by *Aedes albopictus*, and *Anopheles quadrimaculatus* from the USA. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 613, 9 dez. 2020.

[17] DUCHEYNE, E. et al. Current and future distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in WHO Eastern Mediterranean Region. **International Journal of Health Geographics**, v. 17, n. 1, p. 4, 14 fev. 2018.

[18] JUNAID TAHIR, M. et al. Devastating urban flooding and dengue outbreak during the COVID-19 pandemic in Pakistan. **Medical Journal of the Islamic Republic of Iran**, v. 34, p. 169, 15 dez. 2020.

- [19] KAMGANG, B. et al. Temporal Patterns of Abundance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and Mitochondrial DNA Analysis of *Ae. albopictus* in the Central African Republic. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n. 12, p. e2590, 12 dez. 2013.
- [20] KAMGANG, B. et al. Different populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) from Central Africa are susceptible to Zika virus infection. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 3, p. e0008163, 23 mar. 2020.
- [21] KHALID, B.; GHAFAR, A. Dengue transmission based on urban environmental gradients in different cities of Pakistan. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 3, p. 267–283, 1 mar. 2015.
- [22] KONKON, A. K. et al. Insecticide resistance status of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes in southern Benin, West Africa. **Tropical Medicine and Health**, v. 51, n. 1, p. 22, 21 abr. 2023.
- [23] LETA, S. et al. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25–35, 1 fev. 2018.
- [24] MESSINA, J. P. et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. **Nature Microbiology**, v. 4, n. 9, p. 1508–1515, set. 2019.
- [25] MOWLA, Q. A.; ISLAM, M. S. Natural Drainage System and Water Logging in Dhaka: Measures to address the Problems. **Journal of Bangladesh Institute of Planners**, v. 6, 2013.
- [26] Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. **Lei Ordinária 3657 2017 de Angra dos Reis, RJ**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/a/angra-dos-reis/lei-ordinaria/2017/366/3657/lei-ordinaria-n-3657-2017-institui-o-programa-de-combate-e-prevencao-a-dengue-denominado-dengue-zero-no-municipio-de-angra-dos-reis>>. Acesso em: 9 fev. 2024.
- [27] Município de Barra do Piraí, Rio de Janeiro. **Decreto nº006 de 2016 Barra do Piraí, RJ**. Disponível em: <<https://transparencia.portalbarradopirai.com.br/images/documentos/governo/decretos/2016/DECRETO%20N%C2%BA006%20DE%2011%20DE%20JANEIRO%20DE%202016%20-%20DECLARA%20SITUA%C3%87%C3%83O%20DE%20EMERG%C3%AANCIA%20VISANDO%20RESPOSTA%20URGENTE%20AO%20CONTROLE%20DE%20DENGUE.%20ZIKA%20E%20CHIKUNGUNYA%20E%20MICROCEFALIA,%20ADOTANDO%20PREVEN%C3%87%C3%83O%20DE%20ENDEMIAS%20E%20D%C3%81%20OUTRA.PDF>>. Acesso em: 21 fev. 2024.
- [28] Município de Cabo Frio, Rio de Janeiro. **Lei nº 3738/2023 Câmara Municipal de Cabo Frio**. Disponível em: <<https://cabofrio.legislativomunicipal.com/leis/27013>>. Acesso em: 21 fev. 2024.
- [29] Município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. **Decreto 181/2018 de Campos dos Goytacazes, RJ**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/c/campos-dos-goytacazes/decreto/2018/19/181/decreto-n-181-2018-dispoe-sobre-a-declaracao-de-emergencia-em-razao-da-epidemia-de-chikungunya-no-municipio-de-campos-dos-goytacazes>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[30] Município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. **Decreto 1458/2018 de Casimiro de Abreu, RJ.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/c/casimiro-de-abreu/decreto/2018/146/1458/decreto-n-1458-2018-institui-a-sala-de-situacao-municipal-para-coordenacao-combate-e-enfrentamento-das-arbovisores-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 21 fev. 2024.

[31] Município de Iguaba Grande, Rio de Janeiro. **Decreto nº 1627 de 2016 Iguaba Grande, RJ.** Disponível em: <<https://portal.iguaba.rj.gov.br/decretos.php?id=1356>>. Acesso em: 21 fev. 2024.

[32] Município de Itaocara, Rio de Janeiro. **Decreto nº 2190 de 2022.** Disponível em: <<https://portal.itaocara.rj.gov.br/gerenciador/arquivos/transparencia/1436DECRETONO2190080422dengue.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2024.

[33] Município de Macaé, Rio de Janeiro. **Câmara Municipal de Macaé. Lei Ordinária nº 4478 de 2018.** Disponível em: <<https://transparencia.cmmacaee.rj.gov.br/leis/2010>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[34] Município de Mangaratiba, Rio de Janeiro. **Lei nº 750 de 2011.** Disponível em: <https://sapl.mangaratiba.rj.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2011/792/792_texto_integral.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2024.

[35] Município de Maricá, Rio de Janeiro. **Lei nº 3378 de 2023.** Disponível em: <<https://marica.processo legislativo.com.br/publicacoes/?lei/>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[36] Município de Miracema, Rio de Janeiro. **Decreto 24/2020 de Miracema, RJ.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/m/miracema/decreto/2020/3/24/decreto-n-24-2020-dispoe-sobre-a-criacao-do-gabinete-de-crise-para-enfrentamento-da-emergencia-de-saude-publica-de-importancia-internacional-de-corrente-do-coronavirus-covid-19-dengue-chikungunya-e-zika-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 21 fev. 2024.

[37] Município de Niterói, Rio de Janeiro. **Decreto 11566/2014 de Niterói, RJ.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/decreto/2014/1157/11566/decreto-n-11566-2014-dispoe-sobre-as-medidas-de-vigilancia-sanitaria-ambiental-em-saude-e-epidemiologica-voltadas-a-prevencao-e-ao-controle-da-dengue-no-municipio-de-niteroi>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[38] Município de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Decreto 42795/2017 de Rio de Janeiro, RJ.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2017/4280/42795/decreto-n-42795-2017-institui-estado-de-alerta-contra-a-triplice-epidemia-de-arbovirozes-dengue-zika-e-chikungunya-na-cidade-do-rio-de-janeiro-dispoe-sobre-a-prevencao-e-o-controle-da-transmissao-orienta-a-pratica-assistencial-para-os-sistemas-de-saude-integra-os-recursos-municipais-no-enfrentamento-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

[39] Município de São Gonçalo, Rio de Janeiro. **Lei Ordinária 835 2018 de São Gonçalo, RJ.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/s/sao-goncalo/lei-ordinaria/2018/84/835/lei-ordinaria-n-835-2018-dispoe-sobre-o-programa-de-vigilancia-prevencao-combate-e-controle-da-proliferao-do-mosquito-aedes-aegypti-no-municipio-de-sao-goncalo-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

- [40] Município de Valença, Rio de Janeiro. **DECRETO Nº. 13, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2016**. Disponível em: <<https://valenca.rj.gov.br/wp-content/uploads/2016/02/DECRETO-013-16.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [41] Município de Volta Redonda, Rio de Janeiro. **Lei nº4429 de 2008**. Disponível em: <https://sapl.voltaredonda.rj.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2008/3460/3460_texto_integral.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [42] Governo do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Lei Ordinária 7833 2018 de Rio de Janeiro, RJ**. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-7833-2018-rio-de-janeiro-altera-a-lei-n-5645-de-06-de-janeiro-de-2010-incluindo-no-calendario-oficial-do-estado-do-rio-de-janeiro-a-semana-estadual-de-prevencao-da-microcefalia-e-combate-ao-mosquito-aedes-aegypti-a-ser-realizada-anualmente-na-terceira-semana-do-mes-de-outubro>>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- [43] NATH, K.; DOBE, M. WFPHA: World Federation of Public Health Associations. **Journal of Public Health Policy**, v. 37, n. 1, p. 107–113, 1 fev. 2016.
- [44] ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 19 fev. 2024.
- [45] PEREIRA, T. N. et al. Vector competence of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes for Mayaro virus. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 4, p. e0007518, 14 abr. 2020.
- [46] SEIDAHMED, O. M. E. et al. Patterns of Urban Housing Shape Dengue Distribution in Singapore at Neighborhood and Country Scales. **GeoHealth**, v. 2, n. 1, p. 54–67, 26 jan. 2018.
- [47] TAUZER, E. et al. A participatory community case study of periurban coastal flood vulnerability in southern Ecuador. **PLOS ONE**, v. 14, n. 10, p. e0224171, 25 out. 2019.
- [48] USHER, M. Conduct of Conduits: Engineering, Desire and Government through the Enclosure and Exposure of Urban Water. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 42, n. 2, p. 315–333, 2018.
- [49] WEAVER, S. C. Prediction and prevention of urban arbovirus epidemics: A challenge for the global virology community. **Antiviral Research**, v. 156, p. 80–84, 1 ago. 2018.
- [50] WILSON-BAHUN, T. A. et al. Larval ecology and infestation indices of two major arbovirus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the capital city of the Republic of the Congo. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 492, 25 set. 2020.

Participação e sustentabilidade no ambiente construído: o caso do Minha Casa Minha Vida Entidades (MCMV-E).

Participation and sustainability in the built environment: the case of Minha Casa Minha Vida Entidades.

Paula Regina da Cruz Noia, doutora, FAU USP

paula.noia@usp.br

Resumo

Práticas participativas na produção habitacional exercem importante papel na transformação da sociedade, contribuindo na promoção de justiça social e sustentabilidade. A qualidade da habitação nestes processos é entendida como superior, porém, poucas pesquisas empíricas justificam tal hipótese. Amparada por revisão bibliográfica sobre participação, a pesquisa debruçou-se sobre o contexto da produção habitacional brasileira, analisando o Programa MCMV e sua modalidade Entidades. A análise visou compreender a relação entre a participação de tais atores e a promoção da sustentabilidade no ambiente construído. Resultados apontam contradições em tal modalidade. Contudo, demonstra notável distinção, trazendo rebatimentos importantes na qualidade do ambiente construído.

Palavras-chave: Projeto participativo. Sustentabilidade. Qualidade. Ambiente Construído.

Abstract

Participatory practices in housing production play an important role in transforming society, contributing to the promotion of social justice and sustainability. The quality of housing in these processes is seen as superior, however, little empirical research justifies this hypothesis. Supported by a bibliographical review on participation, the research focused on the context of Brazilian housing production, analyzing the MCMV Program and its Entities modality. The analysis aimed to understand the relationship between the participation of such actors and the promotion of sustainability in the built environment. Results point to contradictions in this modality. However, it demonstrates notable distinction, bringing important impacts on the quality of the built environment.

Keywords: Participatory project. Sustainability. Quality. Built environment.

1. Introdução

O produto habitacional é objeto de grande complexidade. Seu processo produtivo conta com a participação de uma diversa gama de especialistas que influenciarão a composição do produto final [1]. No contexto na habitação social, este deve ser considerada um instrumento de inclusão social e acesso à cidadania. A qualidade da habitação social aqui como uma forma de reconhecimento desses cidadãos implicados como parte da sociedade [2]. Assim, a participação dos usuários durante o ciclo de vida do projeto, pode ser entendida como forma de inclusão com a qualidade como principal objetivo final. A participação vem sendo colocada como responsável por um produto habitacional de melhor qualidade e menor custo, classificando suas práticas como sustentáveis, com melhor relação custo/benefício e grande satisfação do usuário em longo prazo [3].

Além da importância da participação nos processos de concepção, o sucesso de um produto habitacional é associado ao envolvimento do usuário nos processos de gestão e uso e ocupação do conjunto habitacional. Segundo Wates e Knevitt [4], quando habitantes estão efetivamente envolvidos com a gestão do local, este terá uma maior qualidade física, estará melhor adaptado ao seu uso proposto, será melhor mantido e fará melhor uso de recursos, construindo comunidades mais sustentáveis e autossuficientes. A questão da provisão

habitacional com participação do usuário é largamente discutida em ambiente acadêmico. Contudo, há ainda dúvidas sobre a qualidade arquitetônica e construtiva destes empreendimentos [5].

Dessa forma, a hipótese colocada é de que a participação efetiva do usuário/sociedade civil na produção habitacional pode trazer significativos benefícios ao ambiente construído. Dentro do contexto da produção habitacional brasileira, a escolha feita foi a do Programa MCMV e seus conjuntos habitacionais nas duas modalidades: entidades FDS e regular FAR. Assim, o trabalho tem como objetivo principal a análise do produto gerado nos dois casos e um estudo comparativo, composto pelos três subcasos de cada modalidade.

Os critérios de análise definidos centraram-se em aspectos físico-espaciais, relacionando-se à qualidade espacial, funcional, contextual, visual, perceptiva e social do ambiente construído. Aspectos de segurança física e psicológica também devem ser levados em conta, na medida em que se ligam aos fatores físicos [6].

2. Critérios de Análise

Uma habitação pode ser classificada como “habitação de qualidade”, quando dotada de segurança legal da posse de terra, disponibilidade de infraestrutura, bom custo-benefício, habitabilidade, acessibilidade e quando culturalmente adequada [7]. Dessa forma, diversas determinações técnicas, financeiras e jurídicas em relação ao ambiente devem ser analisadas para a determinação da qualidade da habitação [2].

A qualidade do produto habitacional é comumente associada a manifestações de patologias construtivas das edificações, atribuídas frequentemente a uma má execução e combatidas com estratégias de controle da qualidade da execução dos trabalhos e certificação dos materiais e procedimentos de construção. O que pouco se esclarece, no entanto, é que grande parte de tais deficiências são manifestações de fases anteriores à execução, conseqüentes a uma má condução da elaboração de projeto, planejamento e gestão.

As escalas de análises para critérios de qualidade variam em três dimensões: a dimensão do conjunto como um todo e sua relação com a cidade; a dimensão do empreendimento e suas relações entre edifícios, espaços comuns, circulações e a dimensão; e a dimensão do edifício em si. Optou-se por priorizar a análise da segunda e terceira dimensões, por configurarem escalas do ambiente construído que melhor se relacionam com a questão da tecnologia, da construção em si. A primeira escala de análise tocaria em aspectos sobre planejamento urbano da cidade, cuja complexidade vai muito além da teoria aqui estudada. Além das escalas de análise, há também a natureza do uso dos espaços pertencentes ao conjunto habitacional como um todo: espaços públicos, espaços semipúblicos e espaços privados[8].

Questões como a forma de implantação dos edifícios, se há simetria, repetição ou incorporação de conceitos da arquitetura humanizada, dinâmica, bem como uma preocupação no projeto de áreas livres, praças e parques com bom paisagismo, acuidade estética, privacidade são alguns dos itens a serem considerados em uma avaliação da qualidade dos espaços públicos [6]. Outro importante aspecto dos espaços de uso coletivo é o modo como se associam as unidades habitacionais, em um determinado espaço, trazendo consigo a complexidade do estabelecimento das condições de uso comum, das responsabilidades pela operação e manutenção de espaços coletivos [2]. A forma como a relação entre esses espaços é configurada estabelece o grau de clareza da hierarquia espacial, afetando o grau de apropriação dos espaços abertos coletivos. A falta de compreensão sobre a importância dessas

relações é uma das principais causas de mau desempenho de complexos habitacionais. O conjunto de qualidades físico-espaciais apoiam ou inibem padrões de comportamento [9].

A questão da aparência geral do conjunto, diretamente relacionada à questão de sua manutenção, também é consequência dos padrões de comportamento. O item é fator capital para a satisfação dos moradores com o conjunto habitacional, visto que grande parte de descontentamentos está diretamente ligada à aparência externa das edificações e espaços abertos dos conjuntos [9].

Costa [1] separa os critérios de avaliação em eficiência dos aspectos construtivos e eficiência da utilização dos espaços, colocando os aspectos físicos e funcionais para determinar a qualidade de projeto. O estabelecimento de tal metodologia possibilita uma interessante forma de avaliação sistêmica sob diversas perspectivas do projeto. Assim, foram definidas notas para cada um dos quesitos e sub-quesitos, correspondentes ao nível de satisfação em uma escala de 1 a 5. Após a definição de notas, o estabelecimento de uma ponderação foi estipulado, mecanismo com capacidade de alterar substancialmente o resultado final.

Importantes aspectos da NBR 15.575 – “Desempenho de edificações habitacionais” – também foram incorporados na elaboração dos critérios de análise da qualidade na habitação. Questões importantes sobre segurança, habitabilidade e sustentabilidade foram incluídas, sobretudo nos aspectos físicos dos indicadores de desempenho funcional, como será tratado a seguir. Dessa maneira, chegou-se à definição de critérios de análise da qualidade habitacional, cujos indicadores de desempenho funcional se dividem em três grandes aspectos: gerais, físicos e espaciais, conforme detalhado nas tabelas nas próximas sessões.

A hierarquia de critérios aqui definidos para a avaliação foi embasada nas referências citadas e tem caráter experimental. Contudo, visa a obter grande abrangência, por seu desenvolvimento de maneira lógica e de fácil entendimento. Sua elaboração permitirá atualizações de metodologia, introduzindo com facilidade novas condicionantes, na medida em que se façam necessárias. Critérios e ponderações podem ser introduzidos ou revistos, sem que haja prejuízo ao restante da estrutura.

A análise dos casos foi baseada em pesquisa qualitativa estabelecida pelas descrições detalhadas de situações, eventos, pessoas, interações, comportamentos. Assim, entrevistas aprofundadas e observação direta em campo foram as principais fontes de coleta de dados empíricos brutos. Além da observação direta e entrevista sobre os casos, os registros em arquivo, material técnico, como atas de reunião, relatórios técnicos de obras, projetos arquitetônicos, planilhas, memoriais, foram examinados. E, ainda que de importância menor, em geral, os edifícios ou "artefatos físicos" representaram relevante forma de evidência, com suas condições físicas e espaciais para a avaliação do produto.

Os resultados dessa etapa de avaliação do produto, além de colaborar para a sustentação da hipótese construída na presente pesquisa, também podem ser usados para fomentar estudos sobre programas habitacionais de qualidade. A partir do estudo, recomendações projetuais que visem à qualidade de unidades habitacionais podem ser desenvolvidas e aprofundadas.

3. Análise dos casos

Os casos escolhidos situam-se na região metropolitana de São Paulo. Optou-se pela escolha de empreendimentos com construtoras, assessorias técnicas e movimentos distintos no intuito de se obter um panorama mais amplo e diversificado do cenário objeto de análise,

ainda que limitado pelos fatores de disponibilidade de acesso an informações sobre os casos. Dentre os casos analisados, citamos:

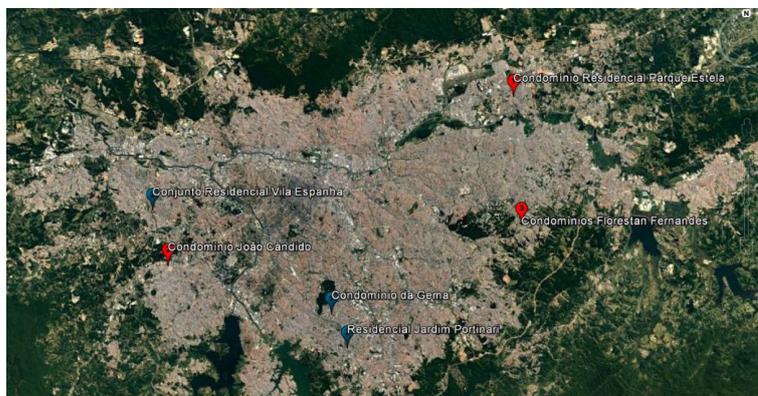


Figura 1: Localização dos casos avaliados FDS e FAR Fonte: Adaptado de Google Maps.

3.1. Condomínio Residencial Parque Estela (FDS)



Figuras 2 e 3: Conjunto Parque Estela. Fonte: A autora/Peabiru TCA.

Um dos pioneiros na modalidade Entidades do Faixa 1 do programa MCMV, o Residencial Parque Estela, é o mais antigo dos empreendimentos analisados, cujo início ainda ocorreu no contexto do programa Crédito Solidário. A construção do Parque Estela foi liderada pelo Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLN), através da Entidade Organizadora Sociedade de Apoio à Luta pela moradia (SAM). Sua Assessoria Técnica foi feita pela Peabiru Trabalhos Comunitários e Ambientais. O regime de construção adotado pelo movimento foi a Empreitada Global. O Conjunto Residencial está localizado na Rua Mucugeo, 20, no Bairro dos Pimentas, em Guarulhos, SP. Após uma análise descritiva minuciosa dos aspectos gerais, físicos e espaciais, chegou-se às seguintes tabelas no caso do Residencial Parque Estela, que foram usadas também como referência no tratamento de dados dos demais conjuntos analisados.

Tabela 1: Parque Estela: análise de aspectos gerais

ASPECTO AVALIADO	DESCRIÇÃO	ESCALA DE NOTA
Área	Área total destinada do conjunto	5
Topografia	Características da superfície do terreno	5
Implantação	Arranjo do conjunto no terreno	4
Orientação	Disposição das edificações no terreno	4
Composição módulos	Como cada bloco/edifício é composto no conjunto	5
Edifícios, lâminas, pisos, unidades	Quantidade e disposição dos edifícios, pisos, unidades habitacionais	3

Acessos	Pontos de acesso do conjunto	5
Integração	Conexão com o entorno	5

Tabela 2: Parque Estela: análise de aspectos físicos

ASPECTO AVALIADO	DESCRIÇÃO	ESCALA DE NOTA
Segurança estrutural	Fundações, superestrutura, situações de periferia do terreno, concepção e dimensionamento	5
Segurança contra incêndio	Segurança ativa, segurança passiva	5
Segurança de uso e operação	Exposições ao risco: sistemas prediais e instalações, pisos, cobertura,	5
Conforto ambiental	Conforto térmico, conforto acústico, conforto lumínico	3
Aspectos construtivos	Adequação dos sistemas construtivos	5
Durabilidade dos materiais	Materiais não estruturais: interior e exterior do edifício	5
Eficiência à manutenção	Instalações, sistemas etc.	5

Tabela 3: Parque Estela: análise de aspectos espaciais

ASPECTO AVALIADO	DESCRIÇÃO	ESCALA DE NOTA
Espaços públicos	Circulação	5
	Orientação	5
	Integração (relação entre espaços)	5
	Análise dimensional	3
	Organização espacial	4
	Acessibilidade	5
	Legibilidade dos conjuntos	5
Espaços semipúblicos	Áreas de lazer	5
	Circulação	5
	Integração (relação entre espaços)	5
	Análise dimensional	5
Espaços privados	Acessibilidade	5
	Circulação	5
	Orientação	2
	Integração (relação entre espaços)	3
	Análise dimensional	3
	Análise ergonômica	4
	Organização espacial	5
Espaços privados	Característica dos cômodos (área útil)	3
	Sobreposição de funções	4

Fonte: Elaboração própria.

3.2. Condomínio João Cândido (FDS)



Figuras 4 e 5: Condomínio João Cândido. Fonte: A autora/Folha de SP.

Aproximadamente em 2009, período no qual a prefeitura do Taboão da Serra era do Partido dos Trabalhadores (PT), uma longa negociação foi feita com o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) de Taboão da Serra para a ocupação do terreno do condomínio João Cândido. Foi então contratado pela prefeitura um Estudo Preliminar de Urbanização para o Jardim Salete, Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), no Taboão da Serra. A Assessoria Técnica Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado (USINA) elaborou tal estudo, bem como o projeto arquitetônico para tal conjunto habitacional. O projeto foi contratado pelo programa somente em 2013 e sua execução foi concluída em 2014 (João Cândido 1) e 2015 (João Cândido 2). A Entidade Organizadora registrada no Programa como responsável pelo João Cândido é a Associação dos Moradores do Acampamento Esperança de Um Novo Milênio (AMAENM) e o movimento relacionado é o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e Movimento dos Trabalhadores Sem-Teto (MTST). O regime de construção adotado pelo movimento foi a Empreitada Global, com a contratação da Esecon Construtora e Incorporadora. O Condomínio está localizado na Rua Reinaldo da Silva, 21 - Jardim Salete - Taboão da Serra.

3.3. Condomínios Florestan Fernandes e José Maria Amaral (FDS)



Figura 6: Condomínios Florestan Fernandes e José Maria Amaral Fonte: A autora.

Os condomínios Florestan Fernandes e José Maria Amaral exemplificam o primeiro caso no qual o instrumento de Compra Antecipada foi aplicado no contexto do programa Minha Casa Minha Vida. A implantação do instrumento veio como consequência de uma reivindicação dos agentes envolvidos no processo, dada a inviabilidade de prosseguimento de trâmites de compra e desenvolvimento de projeto, com a garantia de compra dos terrenos por essas pequenas entidades. A Entidade Organizadora é a MTST Leste 1, do Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra Leste 1. O regime de construção escolhido foi a Autogestão, através da administração direta. A necessidade de demonstrar capacidade técnica para construções verticalizadas foi comprovada pela ampla experiência que a Assistência Técnica possuía em conjuntos similares. Além disso, a própria entidade, o Movimento dos Trabalhadores Sem-

Terra Leste 1, possuía experiência na construção verticalizada. Os condomínios estão localizados na Rua Francisco José Alves, 194 no bairro de Cidade Tiradentes, em São Paulo.

3.4. Condomínio da Gema (FAR)

O Conjunto Habitacional Gema é o nosso primeiro caso analisado que faz parte da modalidade Faixa 1 – FAR. Seu projeto, desenvolvido entre 2010 e 2011, foi, na sequência, executado e entregue em dezembro de 2013. Tratou-se de um trabalho conjunto, iniciativa da Secretaria de Habitação da Prefeitura de Diadema, que congregou moradores de origens distintas. Aproximadamente 50% dos moradores do atual condomínio faziam parte de um grupo pertencente à Associação Taboão, população esta removida de áreas de risco. A outra metade dos beneficiários, inscrita no Programa Minha Casa Minha Vida, tinha a intenção de ser contemplada pela modalidade Entidades. O regime de construção empregado foi a Empreitada Global, e a construtora responsável pela elaboração do projeto e execução do empreendimento, a Souen Nahas Construtora e Incorporadora. O conjunto está localizado na Rua Gema, 55, no Campanário, Diadema.



Figuras 7 e 8: Conjunto Habitacional Gema. Fonte: A autora.

3.5. Conjunto Residencial Vila Espanha (FAR)



Figuras 9 e 10: Conjunto Residencial Vila Espanha. Fonte: HZR Construtora e a autora.

O Conjunto Residencial Vila Espanha foi uma ação conjunta advinda da parceria entre os governos municipal, estadual e federal. Através da articulação dos programas estaduais Morar Bem, Viver Melhor, Agência Casa Paulista e do programa Federal Minha Casa Minha Vida – Faixa 1, o empreendimento contou com um aporte total de R\$ 28,7 milhões, sendo R\$ 22,8 milhões oriundos de recursos federais (FAR) e R\$ 5,9 milhões a fundo perdido da Casa Paulista. O conjunto está localizado na Avenida Sarah Veloso, 1401. Situa-se às margens do

Rodoanel Mario Covas (SP-021), a menos de 500 metros. O projeto e a execução do conjunto ficaram a cargo da agente promotora HZR Construtora.

3.6. Residencial Jardim Portinari (FAR)

O Residencial Jardim Portinari foi uma iniciativa do agente incorporador direto com a prefeitura do município de Diadema. Sua contratação pela Caixa Econômica Federal ocorreu em maio de 2012. Após o desenvolvimento de projetos e construção, a entrega do conjunto foi feita no fim de 2014. O regime de construção empregado foi a Empreitada Global, sendo a construtora responsável pela elaboração do projeto e execução do empreendimento a Souen Nahas Construtora e Incorporadora. O conjunto situa-se na Avenida Fundibem, 935, em Casa Grande/Jardim Portinari, município de Diadema.



Figuras 11 e 12: Conjunto Residencial Jardim Portinari. Fonte: A autora.

4. Análises dos Resultados e Conclusões

Ao final da compreensão das unidades múltiplas de análise foi possível traçar um padrão comparativo das duas modalidades: FAR e FDS. Nos três principais aspectos (gerais, físicos e espaciais), os casos de FAR tiveram resultados inferiores aos de FDS. Contudo, no aspecto espacial tal diferenciação foi mais sensível. Acredita-se que questões de projeto, incorporando demandas específicas dos usuários, se traduziram não somente em espaços personalizados, mas também em espaços melhores, melhor distribuídos, mais amplos e melhor articulados.

Tabela 4: Análise comparativa dos casos

	MÉDIA FDS			MÉDIA FAR				
	Parque Estela	João Cândido	Florestan Fernandes	Gema	Vila Espanha	Jardim Portinari		
nº unidades (unid.)	218	384	396	332,6	200	300	200	233,33
área terreno (m²)	9.200,40	27.535,92	18.770,66	18.502,32	9.000,00	12.394,92	6.500,00	9.298,30
terreno/unidade (m²/unid.)	42,20	71,70	47,40	53,76	45,00	41,31	32,50	39,60
área útil unidade (m²)	46,80	60,35	49,90	52,35	37,20	44,00	44,00	41,73
aspectos gerais (nota)	4,50	4,37	4,62	4,49	3,75	3,62	2,50	3,29
aspectos físicos (nota)	4,71	4,57	5,00	4,76	3,57	4,71	2,42	3,56
aspectos espaciais (nota)	4,41	4,37	4,91	4,56	2,37	3,62	2,95	2,98
público	4,62	4,00	5,00	4,54	2,12	3,75	3,00	2,95
semipúblico	5,00	4,25	4,75	4,66	2,25	3,75	3,00	3,00
privado	3,62	4,87	5,00	4,49	2,75	3,37	2,87	2,99

MÉDIA TOTAL (nota)	4,54	4,37	4,84	4,58	3,23	3,98	2,62	3,27
--------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o número de unidades dos empreendimentos do FDS é superior ao do FAR caracterizados pela congregação de mais conjuntos. A burocracia encontrada no processo de contratação faz com que os movimentos busquem viabilizar conjuntos de maior número de unidades, contemplando maior número de beneficiários. No FAR, face às restrições fundiárias encontradas na região metropolitana de São Paulo, terrenos de menor porte são comprados por tais incorporadoras. Ao mesmo tempo, as empreiteiras no FAR optam por conjuntos de menor gabarito (até 5 pavimentos), pois não possuem a necessidade de elevadores.

A despeito de todas as adversidades encontradas pelos movimentos na busca de terrenos, os escolhidos apresentam boas características gerais. A burocracia, o risco, a falta de conhecimento sobre questões fundiárias e investimento imobiliário seriam fatores que limitariam o sucesso na compra para o empreendimento. No entanto, a "força-tarefa" dos movimentos resultou em compras com razoável inserção urbana. Embora alguns terrenos de FDS apresentassem limitações topográficas, os projetos arquitetônicos desenvolvidos conseguiram resolver satisfatoriamente tais impasses. Independentemente do fato de possuir mais unidades por empreendimento, os conjuntos do FDS mantiveram uma densidade mais baixa (nº de unidades/m² de terreno) do que os conjuntos do FAR. E, pelo fato de serem adensados (torres mais altas), conservaram mais área livre no térreo no empreendimento, ampliando e qualificando as áreas de lazer. As áreas úteis das unidades também demonstraram diferença significativa. Nos casos analisados, as unidades do Entidades revelaram uma área útil com aproximadamente 20% a mais do que no FAR.

Sobre os aspectos gerais, notou-se que alguns dos casos de FDS estão situados em terrenos de situação topográfica adversa, porém com implantações melhor resolvidas. Os arranjos do Entidades possuíam melhor organização espacial, espaços mais personalizados, facilitando sua legibilidade. O fenômeno parece acompanhar um processo de apropriação, por parte dos usuários, no qual os espaços são pensados para suprir demandas específicas de uso coletivo. Dessa forma, dentro dos inconvenientes de um terreno específico, surgem situações espaciais como solução para outras demandas.

Em relação aos aspectos físicos, a questão do conforto ambiental é ressaltada. É também influenciado pelo problema da má orientação da implantação, como citado acima sobre os casos de FAR. Além desse fator, há a questão da restrição de aberturas. Nos casos de FAR, as aberturas tendem a ser menores, causando impedimentos à iluminação e ventilação. Outro aspecto importante foi a adequação dos sistemas construtivos na periferia dos terrenos. A alvenaria estrutural, possui suas limitações em relação ao perfil dos terrenos. Nos casos de FAR, a implantação dos blocos sem a devida adequação ao perfil do terreno, gerou grandes taludes, obstáculos à acessibilidade. Certamente, o aspecto físico mais relevante é a questão da durabilidade de materiais e uso e operação. Foi concreta a diferença entre FAR e FDS nesse quesito, sendo notável a discrepância no discurso sobre uso e manutenção dos beneficiários. A degradação dos espaços comuns, no caso do FAR, era muito mais pronunciada do que no caso do FDS.

Já quanto aos aspectos espaciais, a integração entre espaços públicos e privados aparece como um problema, tanto nos casos de FDS como de FAR. As áreas privadas, no caso do FDS, possuem melhor qualidade espacial. Há, no caso do FAR, uma orientação inadequada dos cômodos em relação à insolação, áreas mais reduzidas, sobreposição de funções, além de pouca integração entre os cômodos.

Assim, a análise realizada demonstrou, em seu recorte, uma tendência sobre os aspectos físico-espaciais existentes na produção atual de habitação social no Brasil, com e sem protagonismo do usuário. Surge um certo padrão nos resultados produzidos, os quais, mesmo tímidos visualmente, estruturalmente possuem qualificações que certamente trarão consequências distintas em longo prazo, sobretudo do ponto de vista do uso e operação dos conjuntos. Resultados, através da avaliação das características físico-espaciais do produto, apontam diferenças notáveis do ponto de vista da qualidade do ambiente construído, e visam corroborar para outros estudos sobre o tema.

Referências

- [1] COSTA, J. M. da. Métodos de avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação. 1995. Tese (Doutorado) - Universidade do Porto, Porto, 1995.
- [2] MEDVEDOVSKI, N. S. Gestão de espaços coletivos em HIS—a negação das necessidades básicas dos usuários e a qualidade do cotidiano e do habitat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. ANAIS, 2009.
- [3] ANGÉLIL, M.; HEHL, R. Minha Casa, Nossa Cidade!: Innovating Mass Housing for Social Change in Brazil. Berlin: Ruby Press, 2014.
- [4] WATES, N.; KNEVITT, C. Community Architecture: How People Are Creating Their Own Environment. Local: Routledge, 1987.
- [5] MARICATO, E. A política habitacional durante o regime militar. Petrópolis: Vozes, 1987.
- [6] KOWALTOWSKI, D. et al. Análise de parâmetros de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social: ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental e da qualidade de vida. In: SATTTLER, M. A.; PEREIRA, F. O. (Ed.) Construção e Meio Ambiente. Coletânea HABITARE. Financiadora de Estudos e Projetos. Brasília: FINEP, v. 7, p. 128-167, 2006.
- [7] DONAGHY, M. M. Civil Society and Participatory Governance: Municipal councils and social housing programs in Brazil. Local: Routledge, 2013. ISBN 0415629586.
- [8] ORNSTEIN, S. W.; CRUZ, A. D. O. Análise de desempenho funcional de habitações de interesse social na grande São Paulo. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Anais..., p. 1439-1446, 2000.
- [9] REIS, A. T. D. L.; LAY, M. C. D. O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social. Ambiente construído: Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, RS, v. 10, n. 3, p. 99-119, jul./set. 2010.
- [10] VILLA, S. B. Avaliando a habitação: relações entre qualidade, projeto e avaliação pós-ocupação em apartamentos. Ambiente Construído, v. 9, n. 2, p. 119-138, 2009.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

Entre a criança e a cidade: medos e afetos

In-between the child and the city: fears and affection

Paula Barros, doutora, Universidade Federal de Minas Gerais.

paula-barros@ufmg.br

Anna Pires Diniz, graduanda, Universidade Federal de Minas Gerais.

annapiresdiniz@gmail.com

Marcela Rodrigues de Almeida Sanches, graduanda, Universidade Federal de Minas Gerais.

marcelasanches@ufmg.br

Mariana Protázio Santos, graduada, Universidade Federal de Minas Gerais.

protaziomariana@gmail.com

Resumo

O livre ir-e-vir por ambientes urbanos de qualidade é fundamental para o pleno desenvolvimento infantil. O gradual declínio da mobilidade infantil independente—exploração pela criança dos seus arredores residenciais, sem a supervisão de um adulto—em vários países tem, portanto, preocupado autoridades públicas. Diante da escassez de estudos abordando esta questão urbana, foi realizada uma pesquisa qualitativa com crianças, entre 6 e 12 anos (incompletos), na cidade de Belo Horizonte (Brasil). Este estudo objetivou explorar, a partir dos olhares das crianças, quais aspectos impactam na qualidade da experiência urbana e, por conseguinte, na mobilidade infantil independente. A geração de dados pelas crianças envolveu a aplicação de entrevistas, desenho- e foto-elicitação. Fez-se uso da análise temática indutiva e triangulação para análise qualitativa dos dados e validação dos resultados, respectivamente. Verificou-se que apesar de diferentes medos permearem a experiência urbana das crianças, estas têm sido capazes de perceber e atualizar *affordances* positivas de natureza emocional, funcional e social.

Palavras-chave: Mobilidade Infantil Independente; Pesquisa Qualitativa; Percepção Ambiental

Abstract

Free movement through quality urban environments is essential for children's full development. The gradual decline of independent child mobility—children's exploration of their residential surroundings without adult supervision—in several countries has therefore worried public authorities. Given the scarcity of studies addressing this urban issue, qualitative research was carried out with children, between 6 and 12 years old (incomplete), in the city of Belo Horizonte (Brazil). This study aimed to explore, from children's perspectives, which aspects impact the quality of the urban experience and, therefore, independent child mobility. The generation of data by the children involved the application of interviews, drawing and photo-elicitation. Inductive thematic analysis and triangulation were used for qualitative data analysis and validation of results, respectively. It was found that despite different fears permeating children's urban experience, they have been able to perceive and update positive affordances of an emotional, functional and social nature.

Keywords: Children's Independent Mobility; Qualitative Research; Environmental Perception

1. Introdução

Explorar, socializar, circular e brincar nos ambientes urbanos abertos da vizinhança sem a supervisão de adultos—mobilidade infantil independente—é essencial para o pleno desenvolvimento físico, cognitivo, comunicacional, analítico e social das crianças [1]. Ambiente urbano aberto, para os propósitos desta pesquisa, compreende todo e qualquer espaço externo, como ruas, praças, jardins, canteiros e parques. Ambientes urbanos abertos são constituídos de aspectos físico-espaciais/artificiais (e.g., fachadas opacas, carros), socioculturais (e.g., crianças) e naturais (e.g., plantas, insetos) em constante interação. Aqui, interessa-nos especialmente os ambientes urbanos abertos de uso público.

O declínio da mobilidade infantil independente nos grandes centros urbanos nas últimas décadas tem sido bem documentado, principalmente no norte global, e associado à obesidade infantil, sentimento de solidão e medo, redução de oportunidades sociais e recreativas, e dependência do automóvel [2]. Apesar de estudo comparativo internacional ter verificado que o Brasil é um dos países com menor índice de mobilidade infantil independente no mundo [2] há uma escassez de estudos voltados para a compreensão dos fatores que impactam na mobilidade infantil independente no contexto brasileiro.

Com o objetivo de ampliar a nossa compreensão acerca dos aspectos urbanos que influenciam na mobilidade infantil independente no contexto brasileiro, foi realizada uma pesquisa qualitativa com crianças. Por que pesquisar com crianças? A Convenção sobre os Direitos das Crianças, adotado pela Organização das Nações Unidas em 1989, em seu artigo 13, estabelece que toda a criança tem o direito de expressar suas opiniões [3]:

1. A criança deve ter o direito de expressar-se livremente. Esse direito deve incluir a liberdade de procurar, receber e divulgar informações e ideias de todo tipo, independentemente de fronteiras, seja verbalmente, por escrito ou por meio impresso, por meio das artes ou por qualquer outro meio escolhido pela criança.

A Convenção, portanto, coloca o desenvolvimento de pesquisas participativas com crianças como uma questão moral. A Convenção e o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA, 1990), marco legal e regulatório dos direitos humanos de crianças e adolescentes no Brasil, estão em sintonia [4]. Com o ECA, consolida-se a concepção da criança cidadã: habitante da cidade que tem direito e capacidade de participar de processos que afetarão a qualidade das suas vidas [4].

Diante deste quadro de possibilidades e desafios, este estudo objetivou explorar quais aspectos facilitam (ou inibem) a mobilidade infantil independente a partir de uma compreensão de como as crianças vivenciam ambientes urbanos abertos de uso público no contexto da cidade de Belo Horizonte. Para tal, foram convidadas para colaborar com a pesquisa crianças entre 6 e 12 anos (incompletos) moradoras (ou estudantes) na área circunscrita pela Avenida do Contorno (Belo Horizonte). Com o propósito de promover o engajamento infantil, foram utilizados métodos lúdicos de geração de dados: entrevistas, desenho e foto-elicitación. A flexibilidade da análise temática fez com que esta técnica fosse utilizada para análise dos dados. O presente estudo é importante por sistematizar saberes infantis úteis para o desenvolvimento de políticas públicas e práticas em prol da promoção da mobilidade infantil independente no contexto brasileiro.

2. Marco Teórico

A mobilidade infantil independente é fundamental para o pleno desenvolvimento físico, psicológico, cognitivo e social da criança [5]. Oportunidades para explorar os ambientes urbanos abertos de uso público aumenta a sua confiança, autonomia, habilidades sociais, e

capacidade para se locomover em seus arredores, fortalecendo os seus laços e familiaridade com a sua vizinhança [6]. Estudos mostram que as crianças que têm permissão para explorar os seus ambientes com mais autonomia, comparativamente, passam mais tempo longe das telas, brincando em ambientes abertos com seus amigos, e praticam mais atividades físicas [1]. É sabido que ambientes urbanos abertos associados a experiências positivas tendem a oportunizar apropriações mais livres pelas crianças [7]. Assim, a reduzida oferta de ambientes urbanos abertos de qualidade inibe a mobilidade infantil independente.

Sob a ótica da psicologia ambiental, as inter-relações pessoa-ambiente são biunívocas: à medida que a pessoa capta informações ambientais através do seu aparato sensorial (percepção) e as processa mentalmente (cognição), oportunidades de ação emergem [8]. O conceito de *affordance* explica por que alguns ambientes urbanos abertos são associados a um maior número de experiências positivas do que outros. *Affordances* são propriedades perceptíveis que indicam as oportunidades de ação em um dado ambiente [9].

Heft propõe a distinção das *affordances* em dois níveis: *affordances* potenciais e *affordances* atualizadas [10]. As *affordances* potenciais são incalculáveis e estão presentes no ambiente, independentemente de serem (ou não) percebidas por uma pessoa em uma situação específica [10]. A percepção das *affordances* potenciais dependerá das características e interesses pessoais, além do contexto sociocultural em questão. *Affordances* potenciais, uma vez percebidas, podem ser atualizadas (ou não) na medida em que são utilizadas (ou não) [9]. Os adultos, frequentemente, ensinam as crianças a atualizar *affordances* potenciais percebidas (e.g., pedalar, conversar) mas em certas ocasiões restringem a atualização destas (e.g., pedalar até a escola, conversar com estranhos). Ao observar outras pessoas, a criança também aprende sobre a atualização de *affordances* (e.g., escorregar).

As *affordances* podem ser de três tipos: funcionais, sociais e emocionais. As *affordances* funcionais (e.g., caminhar, brincar, descansar, conversar) dizem respeito ao que é possível fazer (ou não) em um determinado ambiente [11]. As *affordances* sociais (e.g., brigar, brincar) estão relacionadas às oportunidades (ou restrições) de sociabilidade [11]. As *affordances* emocionais dizem respeito às reações emocionais (e.g., prazer, desprazer) proporcionadas por um ambiente [12]. As *affordances* emocionais impactarão na atualização (ou não) das *affordances* funcionais e sociais percebidas [12]. As crianças se sentirão mais impelidas a atualizarem mais *affordances* funcionais (e.g., escorregar) e sociais (e.g., conversar com outras crianças) em ambientes urbanos abertos associados a *affordances* emocionais positivas (e.g., sensação de bem-estar). A provisão de ambientes urbanos abertos que ofereçam uma grande gama oportunidades para as crianças atualizarem um rico conjunto de *affordances* positivas contribui, portanto, para a promoção da mobilidade infantil independente.

3. Procedimentos Metodológicos

Com o propósito de revelar quais aspectos facilitam (ou inibem) a mobilidade infantil independente, segundo as lentes das crianças, foi realizada uma pesquisa qualitativa na área circunscrita pela Avenida do Contorno (Belo Horizonte). A abordagem teórico-metodológica adotada parte da premissa que as crianças são sujeitos competentes e capazes de emitir críticas relevantes a respeito dos ambientes urbanos abertos que vivenciam cotidianamente. Assim, a presente investigação contou com a participação de nove crianças moradoras na área circunscrita pela Avenida do Contorno ou estudantes matriculadas em escolas localizadas nesta mesma região.

Ruas ortogonais interceptadas diagonalmente por amplos boulevards caracterizavam o desenho da Zona Urbana da nova capital de Minas Gerais apresentada pelo engenheiro Aarão Reis em 1985. Circunscrita pela então Avenida 17 de Dezembro, hoje conhecida como Avenida do Contorno, esta área é referência para este estudo (Figura 1). Como em outros centros urbanos do Brasil, esta área tem sido palco de processos de demolição, renovação, verticalização, densificação, saturação da infraestrutura viária e esvaziamento populacional do seu hipercentro. Ainda assim, esta área tem grande valor histórico, cultural, econômico e simbólico para a população de Belo Horizonte.



Figura 1: Limites do município de Belo Horizonte e da área em estudo. Fonte: elaborado pelas autoras.

Esta pesquisa contou com a participação de crianças entre 6 e 12 anos (incompletos) porque estudos prévios mostram um declínio significativo da mobilidade infantil independente concedida a este grupo etário (6, 9, 12). Fez-se uso da amostragem por conveniência, técnica de amostragem não probabilística e não aleatória, e bola de neve — técnica que funciona a partir da indicação por parte de algum membro da comunidade de outro(s), e assim, sucessivamente.

A geração de dados pelas crianças envolveu a aplicação de uma série de métodos lúdicos indicados para capturar as percepções, emoções e interpretações acerca de uma variedade de fenômenos: entrevistas, desenhos e foto-elicitación. Estes métodos vêm sendo cada vez mais utilizados em pesquisas com crianças por favorecerem o diálogo e a criação de uma atmosfera acolhedora e lúdica [13]. Aqui, as crianças tiveram oportunidade de manifestar as suas críticas acerca dos ambientes urbanos abertos que compõem os seus arredores residenciais através de desenhos, fotos e depoimentos.

A análise temática foi escolhida para análise das transcrições, desenhos e registros fotográficos produzidos pelas crianças por ser um método flexível e coerente com a abordagem qualitativa. Este método compreende seis passos: (1) familiarização com os dados, (2) geração de códigos iniciais, (3) busca por temas, (4) revisão dos temas, (5) definição e nomeação dos temas, (6) escrita do relatório [14]. A validação dos resultados se deu por meio de triangulação. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CAAE 46401021.3.0000.8787).

4. Resultados

Medos e afetos, temas que emergiram da análise temática, estruturam como as crianças experienciam a área circunscrita pela Avenida do Contorno. Se, por um lado, as crianças têm vivenciado os ambientes urbanos abertos de uso público como lócus dos mais variados medos, por outro, *affordances* positivas vem sendo percebidas e, em algumas ocasiões, atualizadas, evocando afetos. Os depoimentos, desenhos e registros fotográficos gerados pelas crianças confirmaram a importância de diferentes aspectos físico-espaciais, socioculturais e naturais dos ambientes urbanos abertos na vivência do medo ou afeto (Figura 2).



Figura 2: Aspectos urbanos que evocam medos e afetos. Fonte: elaborado pelas crianças participantes.

4.1. Medos

Vários medos inibem a livre exploração pelas crianças dos ambientes urbanos abertos que estruturam a área em estudo (Figura 2). As crianças nestes ambientes, supervisionadas ou não por adultos, comumente sentem medo de roubo, sequestro, atropelamento, quedas, doença e de se perderem. Esta pluralidade de medos faz com as crianças desejem que seus momentos ao ar livre sejam supervisionados por um adulto conhecido (e.g., porteiros).

E: Mas se você fosse sozinha? [...] Como você iria se sentir?

Camila: Com medo, porque eu tenho medo de ser assaltada.

E: Por que você não vem sozinha?

Paola: Porque aqui na frente tem muito assalto, já teve até de pegar criança.

Entrevistadora (E): Mais algum outro medo ou só de ser assaltada?

Camila: Ah, acho que também tenho medo de me perder, mas acho que eu não iria me perder.

Segundo os relatos, a supervisão à distância (e.g., através da guarita), quando possível, é satisfatória bem como a mera presença de outras crianças conhecidas em algumas circunstâncias. Moradores de rua não foram descritos como infratores ou ‘indesejáveis’, mas como pessoas que precisavam ter o direito à moradia digna assegurado.

E: E por que você só pode brincar na rua fechada quando a sua mãe está presente?

Leticia: Não...depende...como o porteiro é 24h, se eu estiver com uma amiguinha que é mais velha, aí eu posso ficar lá, mas se for só eu, eu não posso.

E: Um homem na rua, eu estou vendo um emoji triste?

Sofia: É por causa que as pessoas não podem morar na rua.

E: Por que não?

Sofia: Porque elas devem morar numa casa.

O caminhar foi associado a risco de atropelamentos e quedas. A largura muito extensa de algumas vias, o intenso fluxo de veículos automotores, desrespeito às leis de trânsito e sinalização inadequada (e.g., tempo semafórico), segundo as crianças, demandam muita cautela por parte de todos, independente da idade. A manutenção inadequada das calçadas (e.g., saliências, depressões e buracos) fazem com que o ir-e-vir das crianças seja uma experiência frustrante por exigir atenção constante para evitar tropeços e quedas.

E: E tem alguma coisa que você não gosta nesse caminho? Que você mudaria?

Fernanda: Sim...é muito lixo na rua, os carros passam muito rápido e é muito largo, muito grande de atravessar aí o sinal abre, pode atropelar.

E: Quais são as três coisas que você não gosta no caminho? Que, se pudesse, você mudaria?

Letícia: Que não tem sinal na rua aqui do lado[...] os carros não dão seta e pode acontecer da pessoa não saber pra onde ir pra não ser atropelada.

E: Um buraco! E o emoji, como é que você se sente quando você vê um buraco?

Sofia: Triste.

E: Triste. Por quê?

Sofia: Porque é perigoso para a gente cair.

Acúmulo de lixo nas calçadas e em outros ambientes urbanos abertos de uso público gera medo de doenças e de inundações, além de evocar uma sensação de tristeza por refletir uma falta de cuidado com o meio ambiente. É possível inferir dos depoimentos, fotos e desenhos gerados pelas crianças que diferentes medos (reais e imaginados) têm restringido o livre ir-e- vir das crianças na área em estudo.

E: E que mais [você não gosta]?

Letícia: Que sempre que eu tô passando, as pessoas jogam lixo no chão e eu não gosto, não é muito bom, a gente pode ficar doente.

E: E como você se sente quando você vê esse lixo furado?

Sofia: Triste e nervosa.

E: O que vai acontecer aí com esse lixo furado?

Sofia: Toda pessoa que jogar o lixo fora, vai cair na natureza e não pode.

4.2. Afetos

A análise temática revelou que a experiência urbana das crianças se dá entre medos e afetos. Muitos aspectos físico-espaciais/artificiais, socioculturais e naturais presentes nos ambientes urbanos abertos de uso público em estudo, segundo as lentes das crianças, (ainda) oferecem ricas oportunidades de ação (e emoção) (Figura 2). As crianças percebem e, em alguns casos, atualizam várias *affordances* sociais, funcionais e emocionais positivas—afetos.

O contato com os elementos naturais (e.g., árvores, cães, água) foram muito valorizados pelas crianças por permitir a atualização de uma pletera de *affordances* positivas, como a contemplação (*affordance* funcional), brincadeiras (*affordance* social), sensação de relaxamento (*affordance* emocional), dentre outras. Todos os desenhos, sem exceção, elaborados pelas crianças representando “uma Belo Horizonte para crianças” contêm elementos naturais.

E: Que coisas você fica vendo?

Amanda: Aí eu fico olhando pros lados vendo as coisas aí fico olhando árvore, árvore que tem flor normalmente e que tem flor no chão eu gosto de tirar foto.

E: E você gosta de vir a pé?

Paola: Gosto, eu adoro ver as coisas, os carros andando, os cachorrinhos, um dia desses tinha até dois cachorrinhos de pijama.

Manifestações artísticas, como malabarismos por artistas de rua (aspecto sociocultural) e grafittis (aspecto físico-espacial), foram apreciadas por possibilitar a contemplação (*affordance* funcional), socialização indireta (*affordance* social) e sensação de alegria (*affordance* emocional).

E: E o que que você mais gosta do caminho?

Fernanda: Dos mala...aquele povo que fica jogando os trens pra cima, bambolê...malabarista e eu gosto da cultura urbana que fica fazendo pintura...

As experiências multissensoriais (e.g., cheiros de bolos, som da água) oportunizadas por certos ambientes urbanos abertos evocaram afetos. A diversidade de usos no pavimento térreo

em conjunto com a permeabilidade das fachadas contribuiu para atrair a atenção das crianças e promover aprendizagens sobre o que é ser habitante da cidade.

E: Então me fala, quais são as três coisas que você mais gosta nesse seu caminho de casa até a escola?

Letícia: Observar, descobrir as coisas novas, as lojas, as roupas, comidas, cheiro da boleria que tem cheiro de salgado e de bolo, de ver o caminho que aí eu já vou decorando pra quando vier sozinha e as fontes que eu passo por elas, fonte que sai água na Pernambuco, na Savassi, que sai água.

5. Discussões

O declínio da mobilidade infantil independente impacta negativamente não apenas a saúde e bem-estar das crianças, mas a sociedade como um todo. A nossa inabilidade em criar as condições necessárias para que as crianças explorem os seus arredores de modo mais autônomo vai de encontro com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11) que define que todo ambiente urbano deve ser inclusivo, seguro, resiliente e sustentável [15]. Quais aspectos urbanos facilitam a mobilidade infantil independente por evocarem experiências urbanas positivas, segundo as perspectivas das crianças?

Os resultados do presente estudo confirmam que, no contexto latino-americano e caribenho, os ambientes urbanos abertos tanto atraem quanto repulsam as crianças [16]. As crianças têm se mostrado extremamente criativas na percepção e atualização de *affordances* positivas nas suas interações com ruas, praças e outros ambientes urbanos abertos de uso público. Aos olhos das crianças, alguns fragmentos do tecido urbano em certas ocasiões facilitam o brincar, socializar, caminhar, aprender, contemplar, observar e vivenciar reações emocionais positivas, com ou sem a supervisão de um adulto.

Já os medos (*affordance* emocional negativa) que também permeiam a vivência dos ambientes abertos urbanos explicaria o declínio da mobilidade infantil independente e, por conseguinte, os níveis de atividades físicas entre as crianças [17]. Os medos são tão intensos que algumas crianças nem sequer almejam ter a oportunidade de explorar ambientes urbanos abertos de modo mais autônomo.

Cabe a ressalva que o medo é tão mutável quando as sociedades e que este assume um papel crítico na socialização dos indivíduos [18], como denota a frase corriqueiramente dita às crianças: “Não converse com estranhos”. A exploração da violência urbana pela mídia gera um medo socialmente partilhado de que não há mais ambientes urbanos abertos de uso público seguros. Medos, provocados por riscos reais ou imaginados, têm confinado as crianças às suas moradias e escolas, e o brincar ao ar livre tem cedido lugar ao vídeo game, televisão e redes sociais [18].

Embora o medo evocado por riscos reais seja um mecanismo evolutivo essencial para a sobrevivência, o medo evocado por riscos imaginários (e.g., medo de sequestro) é prejudicial à saúde pública por impedir modos mais saudáveis de vida urbana (e.g., caminhar casa-escola). Assim, medidas que busquem atenuar o medo desencadeado por riscos imaginários são valorosas na promoção da mobilidade independente das crianças [19].

A Prevenção do Crime Através do Design Ambiental (CPTED) é a estratégia mais utilizada para promover um senso de segurança nas cidades em relação ao crime e violência [19]. Com base em diferentes teorias de criminologia (e.g., Teoria das janelas quebradas) e de planejamento urbano (e.g., “olhos na rua”), o CPTED visa aumentar o risco percebido de detenção e apreensão do infrator [19, 20]. No entanto, não está claro se soluções centradas no

infrator são adequadas para abordar o medo desencadeado por riscos imaginados pelas crianças (e seus responsáveis/cuidadores) [19]. Mais estudos sobre esta temática são necessários [19].

Ambientes urbanos abertos promotores da mobilidade infantil independente não seriam isentos de riscos, mas se caracterizariam por um baixo grau de exposição a perigos que colocariam em risco a saúde e bem-estar da criança. Há necessidade de uma mudança de perspectiva: ambientes urbanos abertos promotores da mobilidade infantil independente, sob a ótica infantil, não são espaços controlados, vigiados, ordenados e com prescrição dos comportamentos possíveis, mas ambientes complexos, abertos, acessíveis, partilhados, significativos, desordenados, plurais, alegres e lúdicos; ambientes que celebrariam a inventividade e criatividade infantil.

6. Considerações Finais

Ambientes abertos urbanos promotores da mobilidade infantil independente, do ponto de vista das crianças, é polivalente, arriscado, artístico, verde, colorido, cuidado, humano e socialmente diversificado. Para aumentar os benefícios associados à mobilidade independente das crianças, os perigos (reais e imaginários) devem ser minimizados e as oportunidades de ação maximizadas. A garantia dos direitos das crianças ao ir-e-vir, saúde, educação, diversão e recreação e vida comunitária bem como a promoção do desenvolvimento urbano sustentável (ODS11) pressupõem a criação de um sistema de ambientes urbanos abertos que ofereçam uma gama de *affordances* positivas. Dada a variedade de fatores que interferem na mobilidade infantil independente, processos colaborativos visando a formulação de políticas urbanas, planos, programas, projetos e ações devem contar com a participação de crianças, pesquisadores de diferentes campos do conhecimento, ativistas e profissionais interessados em promover os direitos infantis.

7. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Pró-reitora de Extensão da UFMG (PROEX) e Programa de Fomento à Formação em Extensão na Pós-graduação da UFMG (FORMEX). Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto CNPq 406500/2023-1 e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00779-22. Agradecimentos às crianças e seus responsáveis pela parceria.

Referências

- [1] SCHOEPPE S.; DUNCAN M. J.; BADLAND H., et al. Associations of children's independent mobility and active travel with physical activity, sedentary behaviour and weight status: a systematic review. **J Sci Med Sport**, v. 16, p. 312–9, 2013.
- [2] SHAW, B.; BICKET, M., ELLIOTT, B.; FAGAN-WATSON, B.; MOCCA, E.; HILLMAN, M. **Children's independent mobility: an international comparison and recommendations for action**. Westminster University: Policy Studies Institute, 2015.
- [3] ONU. Organização das Nações Unidas. **Convenção sobre os Direitos da Criança**. 1989. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/convencao-sobre-os-direitos-da-crianca>. Acesso em: 5 mar. 2024.

- [4] BRASIL. Lei n.º 8.069, de 13 de julho de 1990. **Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente**. Diário Oficial da União, Brasília, 16 jul. 1990.
- [5] WAYGOOD E. O.D.; FRIMAN, M.; OLSSON L. E.; et al. Children’s incidental social interaction during travel International case studies from Canada, Japan, and Sweden. **J Transp Geogr** v.63, p. 22–9, 2017.
- [6] KANTOMAA M. T.; TAMMELIN T. H.; DEMAKAKOS P., et al. Physical activity, emotional and behavioural problems, maternal education and self-reported educational performance of adolescents. **Health Educ Res**, v. 25, p. 368–79, 2010.
- [7] APPELYARD, B. Livable streets for schoolchildren: a human-centred understanding of the cognitive benefits of Safe Routes to School. **Journal of Urban Design**, v. 27, n. 6, p. 692–716, 2 nov. 2022.
- [8] GIBSON, J.J. **The Ecological Approach to Visual Perception**. Boston: Houghton, 1979.
- [9] KYTTÄ, A. M.; BROBERG, A. K.; KAHILA, M. H. Urban Environment and Children’s Active Lifestyle: SoftGIS Revealing Children’s Behavioral Patterns and Meaningful Places. **American Journal of Health Promotion**, v. 26, n. 5, p. e137–e148, maio 2012.
- [10] HEFT, H. Affordances of children’s environments: a functional approach to environmental description. **Child Environ Q**, v. 5, p. 29–37, 1998.
- [11] BROBERG, A.; KYTTÄ, M.; FAGERHOLM, N. Child-friendly urban structures: Bullerby revisited. **Journal of Environmental Psychology**, v. 35, p. 110–120, set. 2013.
- [12] ROE, J.; ASPINALL, P. The restorative benefits of walking in urban and rural settings in adults with good and poor mental health. **Health & Place**, v. 17, n. 1, p. 103–113, jan. 2011.
- [13] FARIAS, R. N. P.; MÜLLER, F.; UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRAZIL. A Cidade como Espaço da Infância. **Educação & Realidade**, v. 42, n. 1, p. 261–282, mar. 2017.
- [14] BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77–101, jan. 2006.
- [15] ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 1 mar. 2024
- [16] RUAS, Desirée Rodrigues. **Uma revisão de escopo sobre como as crianças têm percebido e transformado, colaborativamente, espaços públicos**. 2023. 181f. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- [17] LAM H. Y.; JAYASINGHE S.; AHUJA K. D. K.; HILLS A. P. Active School Commuting in School Children: A Narrative Review of Current Evidence and Future Research Implications. **Int J Environ Res Public Health**, v.16; n. 20, p. 6929, 2023 doi: 10.3390/ijerph20206929. PMID: 37887667; PMCID: PMC10606062.
- [18] VILHEMA, J. de; BITTENCOURT, M. I. G. de F., ZAMORA, M. H., NOVAES, J. de V.a, e BONATO, M. de C. R. Medos infantis, cidade e violência: expressões em diferentes classes sociais. **Psic. Clin.**, Rio de Janeiro, v. 23, n.2, p.171 – 186, 2011.
- [19] NAVARRETE-HERNANDEZ, P. et al. Planning for fear of crime reduction: Assessing the impact of public space regeneration on safety perceptions in deprived neighborhoods. **Landscape and Urban Planning**, v. 237, p. 104809, set. 2023.
- [20] Jacobs, J. **The Death and Life of Great American Cities**. New York: Random House, 1961.

Transformação físico-espacial com crianças e suas repercussões no contexto de favelas

Physical-spatial transformation with children and its repercussions in the context of favelas

Mariana Protázio Santos, graduada, Universidade Federal de Minas Gerais.

protaziomariana@gmail.com

Paula Barros, doutora, Universidade Federal de Minas Gerais.

paula-barros@ufmg.br

Marcela Rodrigues de Almeida Sanches, graduanda, Universidade Federal de Minas Gerais.

marcelasanches@ufmg.br

Anna Pires Diniz, graduanda, Universidade Federal de Minas Gerais.

annapiresdiniz@gmail.com

Resumo

Embora a participação infantil nas tomadas de decisão seja um direito consagrado, as crianças são frequentemente invisibilizadas em processos decisórios, incluindo àqueles que afetarão a qualidade das suas vidas. O presente estudo tem como objetivo explorar as repercussões de transformações físico-espaciais com crianças, entre 9 e 10 anos, moradoras da favela Morro do Papagaio (Belo Horizonte, Brasil). Para tal, foram realizadas entrevistas, foto-elicitação e observação participante. A análise temática indutiva dos dados revelou o valor das transformações físico-espaciais enquanto uma prática que permite o exercício dos direitos infantis à participação, sociabilidade, brincadeira, liberdade, educação, uso dos espaços públicos e beleza.

Palavras-chave: Participação; Infância; Transformação físico-espacial; Favela

Abstract

Although children's participation in decision-making is an established right, they are often invisibilized in decision-making processes, including those that will affect the quality of their lives. The aim of this study is to explore the repercussions of physical-spatial transformations with children aged between 9 and 10 living in the Morro do Papagaio Favela (Belo Horizonte, Brazil). To this end, interviews, photo-elicitation and participant observation were carried out. The inductive thematic analysis of the data revealed the value of physical-spatial transformations as a practice that allows children to exercise their rights to participation, sociability, play, freedom, education, use of public spaces and beauty.

Keywords: Participation; Childhood; Physical-spatial transformation; Favela

1. Introdução

O crescimento da cidade implica em experiências cada vez mais urbanas na infância – mais da metade da população mundial, entre elas, 1 bilhão de crianças vivem em ambiente urbano segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) [1]. Ainda assim, a não participação de crianças na vida social e política reflete na desvalorização dos impactos de decisões sobre este grupo geracional [2]. O direito à participação infantil consagrado pela Convenção sobre os Direitos da Criança (CDC) em 1989 enfatiza o potencial das crianças como sujeitos ativos [3]. À nível nacional, a criação do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) em 1990 endossa a posição de crianças e adolescentes enquanto sujeitos de direito [4].

Desde a Convenção, projetos em todo o mundo pretendem transformar lugares melhores para crianças e envolvê-las nestes processos, como o *Child Friendly Cities* [5]. Este trabalho busca avançar em discussões sobre como transformações de espaços abertos de uso público, com crianças, podem contribuir para assegurar os direitos das crianças que vivem nas áreas de vilas e favelas. Ao propor um olhar atento para o que dizem estas crianças sobre sua relação com o ambiente urbano, interessa-nos “Reconhecer as crianças como copesquisadoras ao invés de apenas objetos de pesquisa [...] aceitar que as crianças podem ‘falar’ por si mesmas e relatar pontos de vista e experiências válidos” [6, p. 278, tradução nossa].

O presente artigo se baseou em uma investigação realizada a partir de uma transformação físico-espacial de pequena escala na favela do Morro do Papagaio, Belo Horizonte (Brasil), intitulada “Escadaria dos Artistas” pelas crianças participantes. A ação fez parte da oficina de projeto PRJ057, realizada no segundo semestre letivo de 2023, com crianças matriculadas na Escola Municipal Ulysses Guimarães (EMUG), estudantes de arquitetura e urbanismo, bolsistas de extensão e iniciação científica, estudantes de pós-graduação, professores de diferentes campos do conhecimento, além das autoras deste trabalho. Na ocasião, mosaicos foram produzidos e assentados na escadaria do beco São Jorge.

Com o propósito de compreender em mais profundidade como processos de transformação de espaços públicos com crianças pode contribuir para promover os seus direitos, o estudo objetiva revelar os efeitos (tangíveis e intangíveis) associados à transformação físico-espacial da escadaria do beco São Jorge com crianças moradoras da favela do Morro do Papagaio. Para tal, foram realizadas observação participante, entrevistas e foto-elicitação com crianças. Optou-se pela análise temática indutiva para análise das notas de campo, depoimentos e fotos. O presente trabalho está organizado em seis seções. Na segunda seção será apresentado o repertório teórico que fundamenta esta investigação. Os métodos de coleta e de análise de dados serão descritos na terceira seção. Na quarta seção os resultados obtidos serão detalhados e a discussão destes comporá a seção subsequente. A sexta seção contempla as considerações finais.

2. Marco Teórico

De acordo com Patto, as teorias de carência ou privação cultural, que despontaram no Brasil na década de 70, consideravam jovens e crianças de classes oprimidas como indivíduos destituídos de condutas e de valores estabelecidos pelas classes dominantes [7]. Desta maneira, justificava-se a “deficiência” cultural destes. Esta narrativa estigmatizante tinha como base o cotidiano destas crianças e presumia que seus ambientes familiares eram desestabilizados, marcados pela violência e agressividade [8]. Esta condição afetaria os desenvolvimentos cognitivo, intelectual, afetivo-emocional [7], avaliados por critérios que negavam quaisquer especificidades culturais pertencentes às camadas populares [8].

Na contracorrente desta narrativa elitista, aqui, entende-se que todas as crianças, inclusive àquelas que vivem nas áreas mais empobrecidas das cidades, possuem competências e habilidades para opinar sobre os assuntos que lhes competem, conforme consagra o Artigo 12 da Convenção sobre os Direitos da Criança (CDC) [9]. Entretanto, a participação de crianças nos processos decisórios de planejamento, gestão e projetos urbanos é um desafio evidente. Nota-se a ausência ou escassez de atuação destas na construção de políticas nacionais e locais para que suas necessidades sejam atendidas [10]. A falta de atenção às sugestões das crianças acerca dos espaços públicos [11]. O desequilíbrio de poder, uma vez que as tomadas de decisões partem de visões adultocentradas, que podem desconsiderar opiniões de jovens e crianças [12].

Logo, como oportunizar a participação infantil? Manzini definiu como casos promissores de inovação social quando os interesses individuais, sociais e ambientais incorporam uma ação colaborativa e sustentável conduzida por problemas da vida cotidiana [13]. Segundo o autor, inovação social “refere-se a mudanças no modo como indivíduos ou comunidades agem para resolver seus problemas ou criar novas oportunidades” [13, p. 61]. Entretanto, os processos decisórios de organização dos espaços públicos não consideram incorporar as vozes das crianças [14]. Por outro lado, escutar as crianças não é suficiente, é preciso oportunizar a participação destas nos processos de transformação dos ambientes urbanos.

Chawla destaca três argumentos principais para envolver a criança no planejamento das cidades: (i) desenvolverão capacidades formais de cidadania democrática; (ii) são especialistas sobre o quão bem a situação ambiental local responde às suas demandas; e (iii) irão adquirir hábitos de interesse e cuidado com o ambiente [3]. Contudo, a escassez de estudos latino-americanos publicados sobre a participação infantil na transformação de espaços públicos foi apontada por Ruas como um desafio para a efetivação dos direitos das crianças [14]. Isto reforça a necessidade de entender em qual medida estas transformações físico-espaciais com crianças em vilas e favelas podem promover os direitos das crianças.

À medida em que se inserem em um espaço urbano as identidades das crianças são moldadas em um processo chamado de personalização, no qual afeições e objeções são reveladas [15]. Este processo se aproxima do conceito de lugar para Tuan, quando o espaço se transforma em lugar à medida em que é conhecido e dotado de valor [16]. Por esta lógica, a criança no contexto de vilas e favelas tem suas identidades imbricadas pelos elos de afetividade com os espaços [17], e aqui, o foco está na transformação destes espaços em lugares pelas crianças.

3. Procedimentos Metodológicos

Segundo os dados da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL), quase 15.700 pessoas vivem no Morro do Papagaio, favela formada por quatro vilas, sendo elas: Vila Estrela, Vila Santa Rita de Cássia, Vila Santa Lúcia e Vila São Bento [18] (Figura 1). Esta importante favela, uma das mais antigas da capital mineira, está localizada na região Centro-sul, sendo circundada por bairros de classe média e média alta, como São Bento, Santa Lúcia, Cidade Jardim e Santo Antônio. Este quadro reflete as desigualdades que permeiam a história de Belo Horizonte desde a sua inauguração em 1897.

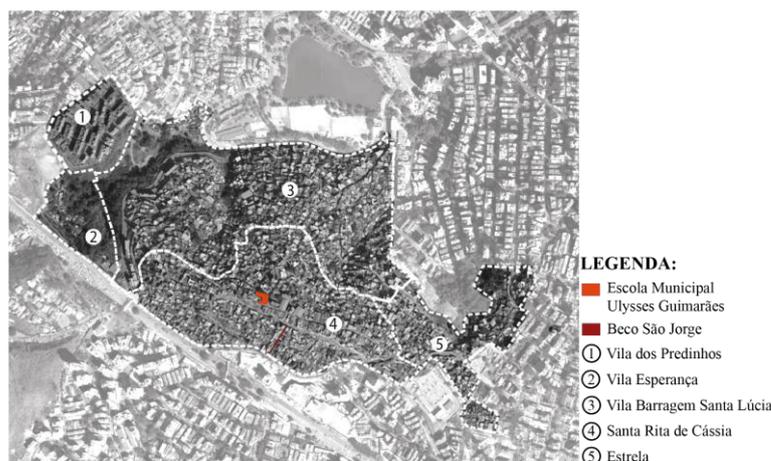


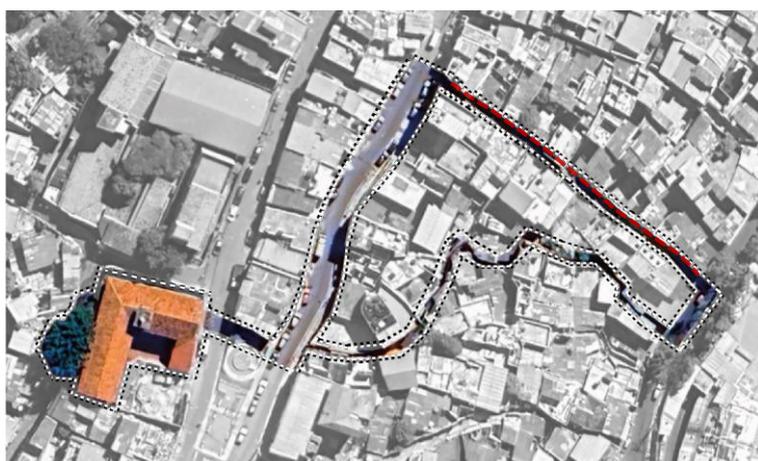
Figura 1: Mapa do Morro do Papagaio. Fonte: elaborado pelos autores.

O presente estudo buscou compreender o olhar das crianças em relação aos espaços abertos disponíveis no Morro do Papagaio como forma de revelar o valor das transformações engendradas na escadaria no Beco São Jorge para elas. Desenhos produzidos pelas crianças foram transformados em mosaicos com sucata de construção e doações de materiais e, então instalados, na escadaria, com a colaboração de acadêmicos, crianças matriculadas e não matriculadas na EMUG e membros da comunidade. Esta pesquisa qualitativa se articula com atividades de ensino (oficina de projeto PRJ057) e extensão que vem sendo realizadas na favela do Morro do Papagaio, em Belo Horizonte (Brasil), desde 2022. A adoção de uma abordagem qualitativa permite a compreensão dos fenômenos sociais a partir da perspectiva das pessoas e o contexto em que estão inseridas. De acordo com Creswell,

A pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados [19, p. 26].

O plano de curso da PRJ057 foi estruturado para integrar pesquisa e práticas extensionistas. Por meio desta retroalimentação pode haver uma experiência educacional mais enriquecedora e socialmente engajada com devolutivas para a comunidade. O plano de curso compreendeu as seguintes etapas: (i) a etapa de pesquisa para confecção e contato com o local onde se daria a transformação físico-espacial; (ii) análise crítica das informações coletadas na fase anterior; (iii) geração de ideias para a produção dos mosaicos; (iv) avaliação dos desenhos das crianças a serem transformados em mosaicos, prototipagem e definição de como seriam executados; (v) instalação dos mosaicos.

As pesquisadoras (MP e PB) realizaram entrevistas para identificar como as crianças vivenciam o Morro do Papagaio. Entre as 40 crianças que participaram da PRJ057, 7 foram entrevistadas. Fez-se uso da foto-elicitacão já que fotos são mediadoras comunicativas e meios para aprofundar questões de interesse [20]. Nestas fotografias, “emojis” ou símbolos foram adicionados, pelas crianças, como forma de evidenciar suas emoções. As fotos foram capturadas pelas crianças antes e depois da transformação ao longo de um circuito que tinha como ponto de partida e chegada a EMUG (Figura 2). A participação das pesquisadoras em todas as etapas da PRJ057 (2023-2) permitiu a observação participante.



LEGENDA:
--- Beco São Jorge
..... Percurso empreendido pelas crianças

Figura 2: Percurso empreendido pelas crianças para registrar fotografias. Fonte: elaborado pelos autores.

Cinco temas emergiram a partir da análise temática indutiva dos dados coletados, que seguiu as etapas descritas por Braun e Clarke [21]. Para tanto, todas as entrevistas e foto-elicitações realizadas foram transcritas e organizadas em uma tabela *excel*, onde os autores fizeram a leitura e releituras dos dados coletados (etapa 1). As informações que substanciaram reflexões relevantes foram destacadas em cores diferentes e revisitadas para agrupá-las em códigos preliminares (etapa 2). Posteriormente, os códigos recorrentes foram agrupados em temas (etapa 3). Estes foram revisados para atender satisfatoriamente ao conjunto de dados (etapa 4). Por fim, a última etapa envolveu a escrita dos resultados (etapa 5). Na próxima seção, nomes fictícios foram utilizados para garantir o anonimato dos participantes. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CAAE 59886022.4.0000.5149).

4. Resultados

4.1. As vivências

A análise temática mostrou que o medo permeia as vivências urbanas das crianças na favela do Morro do Papagaio. Entre eles o medo do crime (e.g., assaltos), o medo de estranhos (e.g., sequestro), o medo de doenças, medo de acidentes (e.g., queda) e medo de enchentes. Estes três últimos medos são provenientes do acúmulo de lixo em alguns pontos, segundo as crianças (Figura 3).



Figura 3: Registros fotográficos de lixos e entulhos. Fonte: elaborado pelas crianças.

João declarou que tem medo de assalto quando está se deslocando a pé para a escola, no entanto, quando perguntado se já presenciou essa situação disse que “[...] só em foto, basicamente”. Júlia disse que o lixo “entope os bueiros e deixa as casas alagadas e ficam muitas pessoas sem comida, sem casa”.

Segundo os dados, as crianças participantes da pesquisa utilizam espaços públicos abertos para brincar e interagir, sobretudo entre pares, mas com restrições (e.g., supervisão de adultos). João disse que “[...] toda sexta eu fico lá (na praça) brincando e vendo os meus amigos porque eu chamo eles para poder brincar” e que “Às vezes o meu pai aparece lá [...] para ver se tá tudo bem”. As brincadeiras envolvem outras crianças, mas alguns familiares fazem parte desta interação, ocasionalmente. Ademais, as intervenções artísticas foram consideradas elementos significativos pelas crianças entrevistadas (Figura 4). Júlia ao ser questionada como se sentiria olhando uma escadaria cheia de desenhos disse que se sentiria segura e feliz: “Porque quando eu fico sozinha aí eu tenho um pouquinho de medo, mas quando eu fico sozinha e vejo coisas bonitas eu fico distraída e eu não teria muito medo”.



Figura 4: Registros fotográficos de intervenções artísticas em becos. Fonte: elaborado pelas crianças.

A presença de elementos naturais evocou um senso de felicidade e segurança nas crianças. “Eu me sinto feliz e também segura”, declarou Júlia ao falar sobre a foto que tirou das plantas. As crianças entrevistadas gostam de contemplar as plantas, o céu e as montanhas (Figura 5). Lorena disse: “Eu gosto de planta, sinto felicidade, pelo menos as pessoas estão plantando alguma coisa no meio ambiente para poder ajudar a nossa respiração, para a gente poder sobreviver”, o que demonstrou uma preocupação com o bem comum.

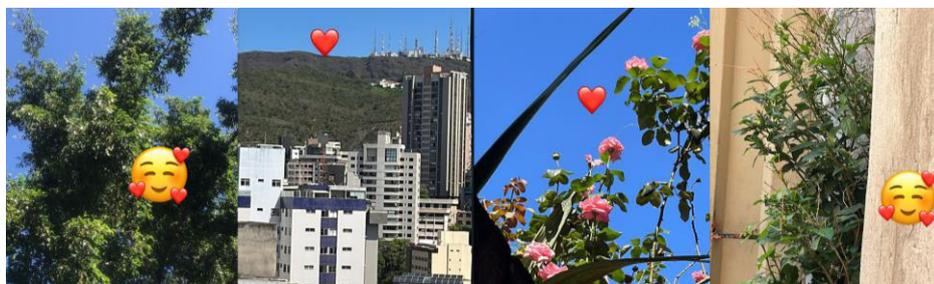


Figura 5: Registros fotográficos dos elementos naturais. Fonte: elaborado pelas crianças.

4.2. O valor do fazer junto

As crianças valorizaram a participação na oficina. Lorena disse: “Eu quero agradecer vocês por me deixar participar”. Quando perguntada se preferia fazer junto ou sozinha, Ana respondeu: “Fazer junto com vocês [...] a gente pode pedir a opinião de cada um”. Quando questionada se as crianças poderiam transformar outros locais na cidade, disse que “Sim... porque a gente também tem nossos direitos”. Os dados revelam que para fazer junto é preciso ouvir a opinião de todos e que as crianças compreendem seu direito de participar destes processos.

A transformação coletiva da escadaria também estimulou brincadeiras. Quando perguntado se gostaria de adicionar algo à transformação, Caio disse que gostaria que os participantes se reunissem novamente “Porque foi muito divertido quando eles vieram”. Para além das marcas

tangíveis (e.g., mosaicos), por meio da observação participante foi possível notar as marcas intangíveis provocadas pela transformação físico-espacial, como a liberdade e o lazer. As crianças decidiram o que gostariam de fazer, algumas preferiram cantar, outras optaram por ajudar a instalar os mosaicos. A sociabilização também se deu entre participantes e moradores que transitavam pelo local, que manifestaram apoio, empolgação e curiosidade sobre a transformação. Crianças, graduandos, pós-graduandos e professores aprenderam na prática como criar, produzir e instalar mosaicos colaborativamente (Figura 6).



Figura 6: Registros fotográficos da transformação físico-espacial. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Discussões

De acordo com Sarmento, o abandono de espaços públicos como locais de brincadeiras, interações sociais e aprendizados foi intensificado pela automobilização na cidade [15]. A transformação de parques em estacionamentos, de ruas como locais para circulação e retenção de veículos ampliaram esta realidade [15]. Em decorrência deste cenário, é perceptível que muitas crianças progressivamente estão perdendo espaços na cidade, e estão cada vez mais presentes em espaços fechados – casas, escolas, e outros ambientes de lazer.

Na contramão desta realidade, os resultados indicaram que as brincadeiras nos becos, ruas e praças fazem parte do cotidiano das crianças no Morro do Papagaio, ainda que exista supervisão dos responsáveis. Este aspecto é coerente com a afirmação de Oliveira que destaca a liberdade de crianças para circular nos seus arredores, quando pertencentes à população de menor renda, especialmente aquelas cujas habitações possuem pouco espaço interno para brincadeiras [22]. Desta forma, mesmo diante de situações desfavoráveis, como sentir medo, brincar em espaços públicos abertos é um direito praticado por estas crianças.

Segundo o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), as principais causas de óbitos por causas externas de crianças brasileiras entre 1 – 14 anos de idade em 2022 foram: afogamento e submersão acidentais, acidente de trânsito como passageiro e como pedestre [23]. Contudo, quando estão nos espaços públicos abertos da favela, o medo do crime e de estranhos prevalece entre os entrevistados. Como afirma Gill, o medo do crime e de estranhos tem reforçado a ausência de crianças e de seus responsáveis nos espaços públicos, que parecem menos seguros por consequência destes receios [24].

Com base na maneira em que percebem os espaços públicos abertos da favela, as crianças revelaram o que apreciam nestes lugares, como a presença da arte e da natureza, que evocam segurança e felicidade. Contemplar a arte e a pintura faz parte dos resultados de Norðdahl e Einarsdóttir, estes ambientes foram definidos pelas crianças como mais coloridos e divertidos [25]. As demandas por espaços mais coloridos também foram reveladas nas pesquisas de Ergle et al., no entanto, estas cores estariam presentes nos ambientes naturais [26]. Querem um ambiente bonito é direito da criança. O Plano Nacional pela Primeira Infância (PNPI) destaca

que “Submeter a criança a espaços de convivência onde não se cuida da estética, a lugares sobrecarregados de feiura e de agressão sensível é negar-lhe o direito à beleza” [27, p. 210].

A transformação físico-espacial com crianças oportunizou o exercício do direito à liberdade e à educação estabelecidos pelo ECA, além do brincar, divertir-se, participar da vida comunitária, opinar, expressar e estar em logradouros públicos, participar em programações culturais e de criação artística. Ao nomearem a ação como “Escadaria dos Artistas”, as crianças se colocam como protagonistas deste processo, revelando o empoderamento que pode resultar da participação em processos de transformação físico-espacial. As relações das crianças com os espaços públicos abertos da favela indicaram que “os espaços materiais que constituem a vida pública influenciam os tipos de relações sociais possíveis neles” [28, p. 302]. Isto reforça a diferença entre lugares de crianças – aqueles onde são atribuídos valores e significados por estas, como argumenta Rasmussen, e lugares para crianças – criados por adultos [29]. A transformação físico-espacial em estudo possibilitou experiências necessárias ao exercício da cidadania.

6. Considerações Finais

Este trabalho procurou romper com narrativas excludentes sobre o papel da criança na sociedade. A transformação físico-espacial da escadaria do beco São Jorge com as crianças da favela do Morro do Papagaio deixou marcas tangíveis, embelezamento do espaço com a execução de mosaicos coloridos, e intangíveis, como: fortalecimento da sensação de pertencimento, refletida no nome dado pelas crianças à escadaria reabilitada coletivamente “Escadaria dos Artistas”, promoção de uma sensação de bem-estar, evocada pelo fazer artístico, socialização, brincadeiras e trocas de saberes, e exercício de direitos estabelecidos pelo ECA e pela CDC, direito à liberdade, convívio social, beleza, educação, divertimento, uso dos espaços públicos e brincadeiras. Este estudo faz uma importante contribuição ao promover a retroalimentação entre teoria-pesquisa-prática, um dos pilares para a promoção do direito à participação das crianças em processos decisórios [14].

7. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Pró-reitora de Extensão da UFMG (PROEX) e Programa de Fomento à Formação em Extensão na Pós-graduação da UFMG (FORMEX). Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto CNPq 406500/2023-1 e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00779-22. Agradecimentos às crianças e a toda comunidade da Escola Municipal Ulysses Guimarães, aos estudantes que cursaram a oficina PRJ057 (2023-2) e aos voluntários do projeto de extensão proto- (@protoufmg).

Referências

- [1] UNICEF – FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. **Situação Mundial da Infância 2012**: Crianças em um Mundo Urbano. New York: UNICEF, 2012. 153p. Disponível em: https://site.mppr.mp.br/sites/hotsites/arquivos_restritos/files/migrados/File/publi/unicef_sowc/sit_mund_inf_2012_mundourbano.pdf. Acesso em: 10 fev. 2024.

- [2] SARMENTO, Manuel Jacinto; FERNANDES, Natália; TOMÁS, Catarina. Políticas públicas e participação infantil. **Educação, Sociedade e Culturas**, [S. l.], n. 25, p. 183–206, 2007. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/36753>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- [3] CHAWLA, Louise. “Insight, creativity and thoughts on the environment”: integrating children and youth into human settlement development. **Environment and Urbanization**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 11–22, oct. 2002. DOI: 10.1177/095624780201400202
- [4] BRASIL. Lei n.º 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 16 jul. 1990. 284 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/crianca-e-adolescente/publicacoes/eca-2023.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- [5] BARTLETT, Sheridan. BUILDING BETTER CITIES WITH CHILDREN AND YOUTH. **Environment and Urbanization**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 3–10, oct. 2002. Editorial. DOI: 10.1630/095624702101286151.
- [6] ALDERSON, Priscilla. Children as Researchers: the Effects of Participation Rights on Research Methodology. In: CHRISTENSEN, Pia; & JAMES, Allison. (ed.). **Research with children: Perspectives and practices**. 1st ed. London: Falmer Press, 2000. cap. 7, p. 241-257.
- [7] PATTO, Maria Helena Souza. **Introdução à psicologia escolar**. 3. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. 468p.
- [8] GOUVEA, M. C. S. A criança de favela em seu mundo de cultura. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 86, p. 48–54, ago. 1993.
- [9] ONU – Organização das Nações Unidas. **Convenção sobre os Direitos da Criança**. 1989. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/convencao-sobre-os-direitos-da-crianca>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- [10] HILL, Malcolm; DAVIS, John; PROUT, Alan; TISDALL, Kay. Moving the participation agenda forward. **Children & Society**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 77–96, 2004. DOI: 10.1002/chi.819.
- [11] ELSLEY, Susan. Children’s experience of public space. **Children & Society**, [S. l.], v. 18, p. 155–164, 2004. DOI: 10.1002/chi.822.
- [12] TISDALL, E. Kay M.; CUEVAS-PARRA, P. Beyond the familiar challenges for children and young people’s participation rights: the potential of activism. **International Journal of Human Rights**, [S. l.], v. 26, n. 5, p. 792–810, 2022. DOI: 10.1080/13642987.2021.1968377.
- [13] MANZINI, Ezio. **Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Tradução: Carla Cipolla, Elisa Spampinato, Aline Lys Silva. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 104 p.
- [14] RUAS, Desirée Rodrigues. **Uma revisão de escopo sobre como as crianças têm percebido e transformado, colaborativamente, espaços públicos**. 2023. 181f. Dissertação (mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/60503>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- [15] SARMENTO, Manuel J. Infância e cidade: restrições e possibilidades. **Educação**, vol. 41, n. 2, p. 232-240, 2018. DOI: 10.15448/1981-2582.2018.2.31317

- [16] TUAN, Yi-fu. **Espaço e lugar**: a perspectiva da experiência. Tradução: Livia de Oliveira. São Paulo: Difel, 1983.
- [17] COELHO, Glauci; DUARTE, Cristiane R.; VASCONCELOS, Vera M. R. de. A criança e o espaço vivido favela: a complexidade do espaço nas interações da infância. **Oculum Ensaios**, [Campinas], n. 6, p. 74–87, 2013.
- [18] URBEL – Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte. **Vilas, Favelas e Loteamentos Públicos de Interesse Social (2020)**. Prefeitura de Belo Horizonte, 2021. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/urbel/2021/dados_vila_favela_2020_2021.05.pdf. Acesso em: 8 mar. 2024.
- [19] CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Magda Lopes 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.
- [20] CLARK-IBÁÑEZ, Marisol. Framing the social world with photo-elicitation interviews. **American Behavioral Scientist**, [S.l.], v. 47, n. 12, p. 1507–1527, aug. 2004. DOI: 10.1177/0002764204266236.
- [21] BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 77–101, 2006. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa.
- [22] OLIVEIRA, Cláudia. **O ambiente urbano e a formação da criança**. São Paulo: Aleph, 2004.
- [23] MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL); DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS. **Informações de Saúde (TABNET)**. Disponível em: Acesso em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 6 de mar. 2024.
- [24] GILL, Tim. **No fear**: Growing up in risk averse society. Londyn: Calouste Gulbenkian Foundation, 2007.
- [25] NORÐDAHL, Kristín; EINARSDÓTTIR, Jóhanna. Children’s views and preferences regarding their outdoor environment. **Journal of Adventure Education and Outdoor Learning**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 152–167, 2015. DOI: 10.1080/14729679.2014.896746.
- [26] ERGLER, Christina; SMITH, Kylie; KOTSANAS, Cassandra; HUTCHINSON, Constance. What Makes a Good City in Pre-schoolers’ Eyes? Findings from Participatory Planning Projects in Australia and New Zealand. **Journal of Urban Design**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 461–478, 2015. DOI: 10.1080/13574809.2015.1045842.
- [27] BRASIL. **Plano Nacional Primeira Infância: 2010-2022 | 2020-2030**. Brasília: RNPI/ANDI, 2020.
- [28] CALDEIRA, T. P.R. **Cidade de muros**: crime, segregação e cidadania em São Paulo. São Paulo: Editora 34/Edusp, 2000.
- [29] RASMUSSEN, Kim. Places for Children – Children’s Places. **Childhood**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 155–173, 2004. DOI: 10.1177/0907568204043053.

A influência da areia e do cimento na compactação de solo laterítico e sedimento de rejeito de minério de ferro

Influence of sand and cement on the compaction of laterite soil and iron ore tailings sediment

Jhade Iane Cunha Vimieiro, Arquiteta e Urbanista, UFMG.

jhadevimieiro@gmail.com

Sofia Araújo Lima Bessa, Doutora em Engenharia Urbana, Professora UFMG.

salbessa@gmail.com

Lorena Andrade de Freitas Silva, UFMG.

fandranelorena@gmail.com

Ana Carolina Santana Arantes, UFMG.

acsntana@gmail.com

Talita Caroline Miranda, UFMG.

talita@etg.ufmg.br

Resumo

Os solos lateríticos apresentam uma variação significativa em suas características, dependendo do processo de laterização sofrido. Devido a essa diversidade, pode ser necessário ensaios físico-químicos e mecânicos para avaliar a viabilidade de utilização do solo laterítico. Esta pesquisa teve como objetivo realizar o ensaio de compactação de solo laterítico com incorporação de sedimento de rejeito de minério de ferro (SRMF), areia e cimento com o intuito de avaliar a mistura que apresentasse resultados adequados para a taipa de pilão. Concluiu-se que a areia e o cimento contribuíram positivamente para diminuir a umidade ótima de compactação e aumentar a massa específica aparente seca nas misturas em que não havia SRMF, contudo, nas misturas com SRMF, o cimento e a areia não influenciaram significativamente.

Palavras-chave: Ensaio de compactação; Solo laterítico; Taipa de pilão; CPII; Rejeito de minério de ferro.

Abstract

Lateritic soils vary significantly in their characteristics, depending on the laterisation process they have undergone. Due to this diversity, physicochemical and mechanical tests may be necessary to assess the feasibility of using laterite soil. This research aimed to carry out compaction tests on laterite soil with the incorporation of iron ore tailings sediment (IOTS), sand and cement to assess the mixture that would produce suitable results for rammed earth. It was concluded that sand and cement made a positive contribution to reducing the optimum compaction moisture and increasing the dry apparent specific mass in mixtures without IOTS, but in mixtures with IOTS, cement and sand did not have a significant influence.

Keywords: *Compaction test; Lateritic soil; Rammed earth; Iron ore tailings.*

1. Introdução

A laterização é um processo natural de degradação de rochas causado por condições atmosféricas e geológicas [01]. Os solos lateríticos são o produto desse processo de intemperismo, originados de rochas compostas essencialmente por óxidos de ferro e alumínio, além de quartzo. Esses solos são predominantemente encontrados em regiões tropicais e subtropicais [02]. Estima-se que cerca de 8% da superfície terrestre seja coberta por solos lateríticos, e o Brasil possui esses solos presentes em quase todas as regiões.

A fração argila de solos lateríticos é predominantemente composta por argilominerais do grupo caulínico [03]. Entre os três principais argilominerais, a caulinita é o que possui maior área de superfície, porém, com a menor atividade de argila [04]. Sua estrutura consiste na repetição de camadas de lâminas de sílica gibsita elementares em uma rede cristalina 1:1. A presença de argila pouco expansiva é frequente em solos lateríticos em regiões de clima tropical, como é o caso de Minas Gerais, no qual a laterização é condicionada pela lixiviação do solo [05].

O comportamento hidráulico e mecânico dos argilominerais é influenciado pelo processo de laterização sofrido [01]. Devido a essa variação, há dificuldade em prever o comportamento desses materiais quando submetido à ação do clima. Portanto, pode ser necessária a realização de diversos ensaios físico-químicos e mecânicos e, assim, avaliar a viabilidade de utilização do solo laterítico [06].

O ensaio de compactação é uma prática comum utilizada para estudo de solos. Em estado natural, o solo possui elevado índice de vazios que são preenchidos com ar. Durante a compactação, a aplicação de energia mecânica remove o ar, aumentando a densidade do solo e reduzindo seus espaços vazios [07]. A medida do grau de compactação do solo é feita com base na sua massa específica aparente seca.

Além de ser útil em várias áreas da construção civil, a técnica construtiva taipa de pilão também se beneficia do conhecimento que pode ser adquirido no ensaio de compactação e é inclusive um dos parâmetros exigidos pela NBR 17014 [08], reforçando sua importância para a qualidade desta técnica construtiva.

A taipa de pilão é uma técnica construtiva em que a parede é executada com terra compactada dentro de fôrmas removíveis, resultando em elemento monolítico. Desta forma, uma compactação adequada pode aumentar a resistência da parede. Contudo, alguns autores afirmam que a vulnerabilidade da taipa de pilão aumenta quando se utiliza solos lateríticos devido a estes solos alterarem suas propriedades ao interagirem com a atmosfera [09].

Pesquisas têm usado estabilizantes para melhorar as características físicas e mecânicas de solos lateríticos. Wahab *et al.* [09] estudaram a influência de 3, 6, 9 e 12% de adição de cimento em solo laterítico na compactação, durabilidade e resistência à compressão. A compactação do solo aumentou à medida que o cimento foi adicionado. Caro *et al.* [10] constataram que entre 2% e 6% de cimento pode ser suficiente para estabilizar solos lateríticos.

Outro estudo utilizou resíduos agrícolas para estabilização de solo lateríticos para produção de adobes. Os autores concluíram que adição de cinza de osso e cinza de palma contribui para um aumento de 129% na resistência à compressão das amostras. Outro estudo utilizou areia contaminada com óleo para estabilização de solo laterítico. Foi constatado que 20% da areia contaminada poderia ser adequada para estabilização [11].

Lage *et al.* [12] utilizou sedimento de rejeito de minério de ferro (SRMF) em substituição ao solo em cinco teores, para estabilização de solo laterítico para moldagem de taipa de pilão. A autora demonstrou que a compactação aumentou e a umidade ótima diminuiu à medida em que se adicionou SRMF. Em suma, diferentes estabilizantes foram discutidos na literatura, e a utilização de resíduos industriais surge como uma alternativa viável para mitigar o impacto ambiental.

Considerando a disponibilidade de solos lateríticos no Brasil, a crescente demanda por construção com terra e a urgência na utilização de rejeito de minério de ferro, este estudo teve como objetivo realizar o ensaio de compactação de solo laterítico com incorporação de SRMF, areia e cimento para taipa de pilão e avaliar a mistura com resultados mais adequados para taipa de pilão.

2. Materiais e métodos

O solo utilizado foi coletado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. O sedimento de rejeito de minério de ferro (SRMF) foi dragado do leito do afluente do Rio Doce na cidade de Barra Longa após cinco anos do rompimento da barragem de Fundão e da sedimentação do material.

O solo e o SRMF passaram por caracterização mineralógica através do ensaio de difração de raios X (DrX); caracterização química por meio dos ensaios de fluorescência de raios X (FrX); e caracterização física através dos ensaios de granulometria, limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), e massa específica dos grãos. Na Tabela 1 são apresentados os ensaios físicos e resultados obtidos.

Tabela 1: Caracterização e classificação do solo e do SRMF.

Caracterização	Solo	SRMF
Argila (%)	35,0	9,0
Silte (%)	19,0	35,0
Areia (%)	45,8	52,0
Pedregulho (%)	0,2	4,0
Limite de Liquidez (%)	41,0	20,0
Limite de plasticidade (%)	39,0	NP
Índice de plasticidade (%)	2,0	-
Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,6	2,8
<i>Unified soil classification</i> (USCS)	ML	ML

Fonte: Autoras (2024).

Na análise por Difração de raio X a amostra de solo apresentou predominância dos minerais caulinita, quartzo e goethita. Já a amostra de SRMF apresentou quartzo e hematita como minerais predominantes. Essas descobertas sugerem que, mesmo após o rejeito ter sedimentado e se misturado no meio ambiente, ainda manteve características semelhantes ao rejeito de minério de ferro encontrado em barragens. No resultado da análise química por FrX, tanto na

amostra de solo quanto na amostra de SRMF, foram identificadas proporções significativas dos minerais alumina (Al_2O_3), sílica (SiO_2) e hematita (Fe_2O_3). Este último também foi observado no ensaio de DrX.

A areia utilizada nesta pesquisa é do tipo média lavada comercial. O valor de dimensão máxima característica da areia foi 2,36 mm e o módulo de finura foi 2,44. A areia foi adicionada para alcançar as diretrizes granulométricas definidas pela NBR 17014 [08]. Para garantir a resistência mecânica adequada, aumentar a durabilidade e elevar o pH, foi também adicionado cimento nas misturas. O cimento escolhido foi o tipo CII-F 32 (cimento composto com filer calcário), por ser um dos cimentos mais comuns no país. Na Tabela 2 apresentam-se as séries e as misturas com os teores de cada material.

Três séries de moldagens foram realizadas, conforme Tabela 2, a saber: 1) misturas de substituição de solo por SRMF, em cinco diferentes teores; 2) misturas com adição de areia; e 3) misturas com adição de cimento. Os teores de SRMF foram escolhidos de forma a maximizar a substituição de solo por SRMF, uma vez que um dos objetivos desta pesquisa é investigar opções para uma melhor destinação do SRMF.

Tabela 2: Descrição das misturas e teores dos materiais

Séries	Misturas	Solo (%)	SRMF (%)	Areia adicionada (%)	Cimento (%)
1	0	100	0	-	-
	70	30	70	-	-
	80	20	80	-	-
	90	10	90	-	-
	100	0	100	-	-
2	0-A	100	0	40	-
	70-A	30	70	40	-
	80-A	20	80	40	-
	90-A	10	90	40	-
	100-A	100	100	40	-
3	0-AC	100	0	40	2,5
	70-AC	30	70	40	2,5
	80-AC	20	80	40	2,5
	90-AC	10	90	40	2,5
	100-AC	100	100	40	2,5

Fonte: Autoras (2024).

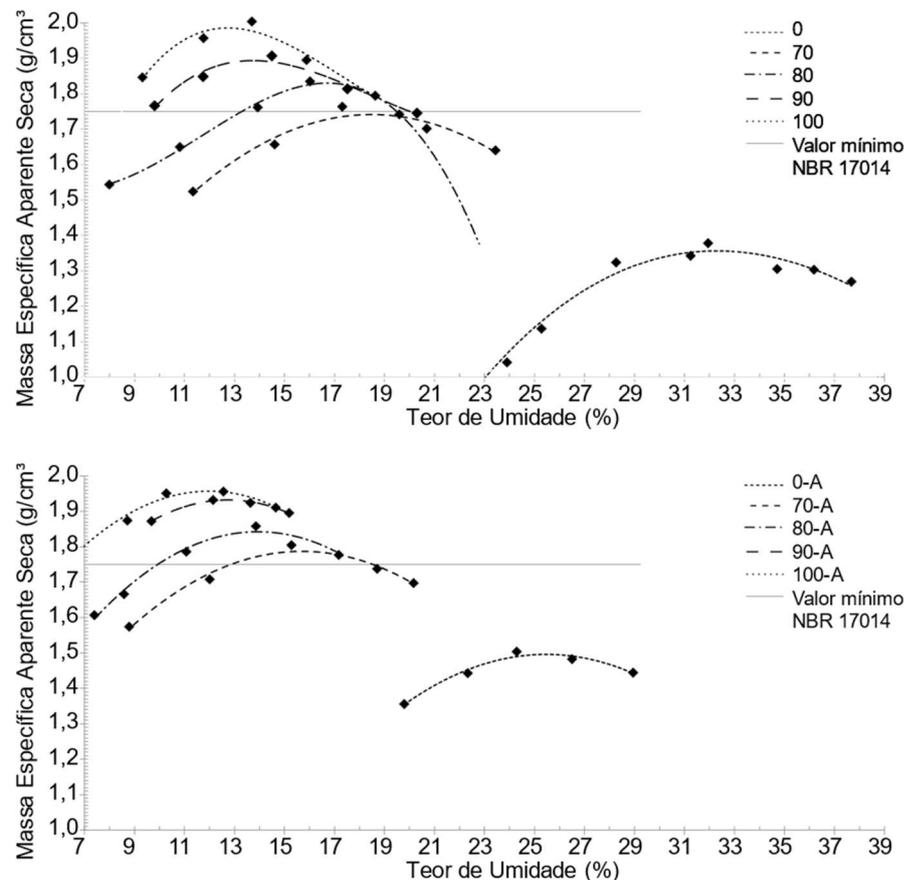
O ensaio de compactação, conforme estabelecido pela NBR 7182 [13], foi realizado para determinar o teor de umidade necessário para compactar um solo até alcançar a massa específica seca máxima, considerando a energia de compactação. Utilizou-se o cilindro de Proctor pequeno para a energia normal de compactação.

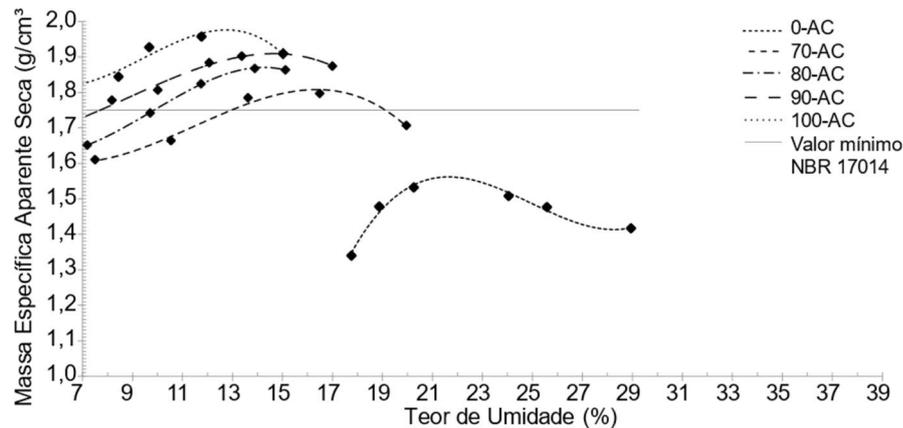
No ensaio de compactação, o solo é compactado em um volume conhecido, em camadas, com diferentes umidades. A curva de compactação é então feita correlacionando a umidade com a massa específica aparente seca. O pico da curva indica a massa e umidade máxima de compactação alcançada no ensaio. A água atua como agente amolecedor nas partículas do solo, permitindo que elas deslizem umas sobre as outras e se posicionem em uma formação compacta de alta densidade [04].

3. Resultados e discussão

O ensaio de compactação foi realizado com as misturas sem adição, com adição de areia e com adição de cimento. No Gráfico 1, é possível observar o resultado do ensaio de compactação das misturas. Na mistura realizada apenas com solo, mesmo com as adições de areia e de cimento, não atingiu o valor de massa específica aparente seca mínima definida pela NBR 17014 [08] e apresentou elevada umidade ótima de compactação, acima das demais misturas.

Gráfico 1: Curva de compactação das misturas sem areia e cimento, com adição de areia (A) e com adição de areia e cimento (AC)





Fonte: Autoras (2024).

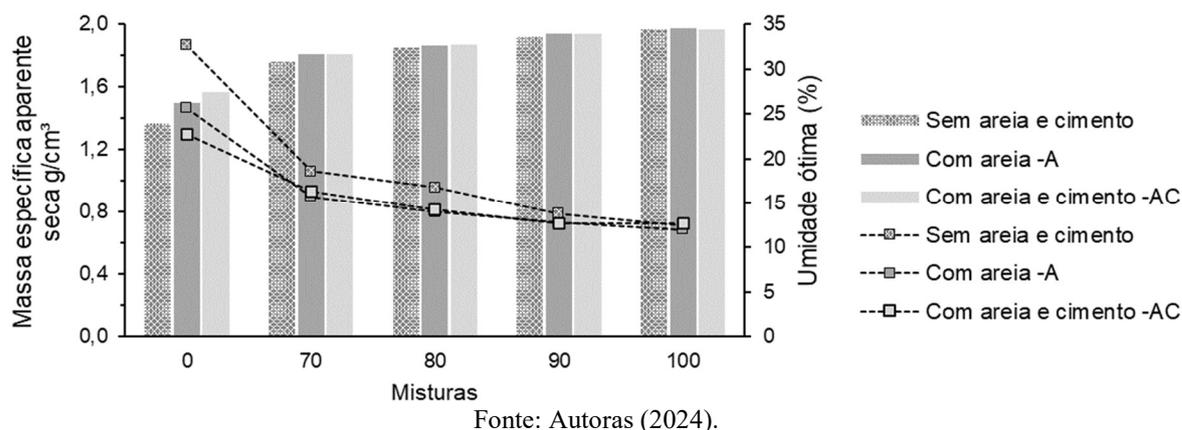
A elevada umidade de compactação do solo pode ser atribuída, em parte, ao elevado teor de alumina (Al_2O_3) presente no solo. A alumina atua como um adsorvente natural com propriedade de reter líquidos em sua superfície [14].

Se as misturas representativas para a taipa de pilão necessitam de uma elevada umidade ótima de compactação, pode-se observar quatro desvantagens principais: i) contemporaneamente, devido ao recurso de água limitado [15]; ii) o elevado teor de água pode gerar retração e deformação na taipa de pilão durante o processo de secagem e evaporação da água [16]; iii) a umidade excessiva do solo pode resultar na aderência deste às formas e a outros equipamentos de trabalho durante a moldagem da taipa de pilão [17]; e iv) a resistência mecânica tende a aumentar com a redução da umidade ótima de compactação [18].

A mistura 70 (sem adições) não apresentou valor de massa específica aparente seca mínima exigida pela norma. Nas misturas 70, 80, 90 e 100, com e sem adições, houve um aumento gradativo da massa específica à medida que aumentou a proporção de SRMF na mistura. Ávila, Puertas e Gallego [19] demonstraram que a massa específica aparente seca é importante para determinar o comportamento mecânico da taipa de pilão, o que indica que a mistura 70 pode não obter resultados satisfatórios no ensaio de resistência à compressão.

Para comparação e melhor entendimento da influência da adição de areia e cimento nas misturas, foi elaborado o Gráfico 2. Nota-se que as misturas com adição de areia e cimento apresentaram valores de massa específica aparente seca ligeiramente superior em comparação com as misturas sem adição.

Gráfico 2: Compactação e umidade ótima das misturas sem e com adições



Nota-se que na mistura 0 (sem substituição de solo por SRMF), a adição de areia e de cimento impactam mais positivamente e acarretam o aumento da massa específica aparente seca e diminuem a umidade ótima de compactação. Wahab *et al.* [09], em pesquisa com solo laterítico, encontraram que a umidade ótima de compactação aumentou (o que difere desta pesquisa) e a massa específica aparente seca aumentou à medida que se acrescentou mais cimento (o que está de acordo com esta pesquisa). O discreto aumento da massa específica aparente seca na mistura 0 com adições pode ser explicado pela contribuição da areia para uma distribuição granulométrica uniforme, resultando em um empacotamento mais adequado dos grãos e, conseqüentemente, em uma maior massa específica [17].

Assim, nas amostras 100 (total substituição de solo por SRMF), a areia e o cimento praticamente não afetam nem a umidade ótima nem a massa específica aparente seca. Há, ainda, uma tendência de que a massa específica aparente seca das misturas aumente à medida que aumenta o teor de SRMF.

4. Considerações Finais

As seguintes conclusões podem ser retiradas desta pesquisa:

- i) A adição de areia e de cimento contribuiu positivamente para diminuir a umidade ótima de compactação e aumentar a massa específica aparente seca nas misturas em que não foi utilizado o SRMF;
- ii) Nas misturas com SRMF, a areia e o cimento não influenciaram significativamente nem a umidade nem a massa específica;
- iii) O uso do SRMF nas misturas contribuiu positivamente para reduzir a umidade de compactação e elevar a massa específica aparente seca, sem o qual, o solo não estaria de acordo com o mínimo exigido em norma.

Referências

[01] KUMAR, G. S.; SAINI, P. K., DEOLI, R.; MISHRA, A. K.; NEGI, S. K. Characterization of laterite soil and its use in construction applications: a review. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, v.16, 1 dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200120>. Acesso em: 22 mar. 2024.

- [02] CASTRO, M. D.; OLIVEIRA, V. N.; MASCARENHA, M. M.A.; GITIRANA J., Gilson de F.N.; LUZ, M. P. Análise das curvas características solo-água de amostras remoldada e indeformada de um solo laterítico não saturado. *In: XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*, 2020. *Anais [...]*. Campinas, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362144568_Analise_das_curvas_caracteristicas_sol_o-agua_de_amostras_remoldada_e_indeformada_de_um_solo_lateritico_nao_saturado. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [03] LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. da.; BATISTELA, B.; WARMLING, M. T. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.6, p.1733-1744, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600007>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [04] DAS, B. M. *Fundamentos de Engenharia Geotécnica*. 6. ed. São Paulo: Thompson, 2007.
- [05] VALE, J. L. R. *Seleção de solos tropicais para a produção de adobe: a utilização do ensaio azul de metileno*. Tese (Doutorado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura UFMG, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://sites.arq.ufmg.br/pos/ambienteconstruido/wp-content/uploads/2021/06/SELECAO-DE-SOLOS-TROPICAIS-PARA-PRODUCAO-DE-ADOBE_-a-utilizacao-do-ensaio-de-azul-de-metileno.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [06] ARAÚJO E FARIAS, M. L.; ARAÚJO, H. A. O.; RODRIGUES, J. K. G. Análise da aplicabilidade de Sistema de Classificação Universal para solos lateríticos utilizados em camadas de pavimentos. *TRANSPORTES*, v. 31, n. 1, p. 2750, 27 fev. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.58922/transportes.v31i1.2750>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [07] BARROS, D. dos S. P.; PEREIRA, P. H. dos S.; MOTTER, H.; AMARANTE, M. dos S. Compactação de solo: índices físicos necessários para determinação dos fatores de compactação. *Pesquisa e ação*, v. 7, 2021. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/929>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [08] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014: taipa de pilão: Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.ABNT.
- [09] WAHAB, N. A.; ROSHAN, M. J.; RASHID, A. S. A.; HEZMI, M. A.; JUSOH, S. N.; NORSYAHARIATI, N. D.; TAMASSOKI, S. Strength and durability of cement-treated lateritic soil. *Sustainability*, v. 13, n. 11, 1 jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13116430>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [10] CARO, S.; AGUDELO, J. P.; CAICEDO, B.; OROZCO, L. F.; PATINÑO, F.; RODALO, N. Advanced characterisation of cement-stabilised lateritic soils to be used as road materials. *International Journal of Pavement Engineering*, v. 20, p. 1425–1434. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200120>. Acesso em 22 mar. 2024.
- [11] ABDELHALIM, R. A.; RAMLI, H.; SELAMAT, M. R. Cone penetration measurements in oil-contaminated sand stabilized by lateritic soil and potential usage in concrete mix. *Case Studies in Construction Materials*, v. 15, 1 dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00580>. Acesso em: 22 mar. 2024.

- [12] LAGE, G. T. de L.; VIMIEIRO, J. I. C.; MATIAS, L. M.; COSTA, J. M.; BATISTA, G. E. F.; BESSA, S. A. L. Caracterização do sedimento de rejeito de minério de ferro para uso como estabilizante da taipa de pilão. *In: 4º Congresso luso-brasileiro de materiais de construção sustentáveis, 2022, Salvador. Anais eletrônicos...Salvador, 2022.* Disponível em: <https://clbmcs2020.uefs.br/anais-do-evento>. Acesso em: 22 marc. 2024.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7182: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2018.
- [14] PHAM, T. D.; TRAN, T. T.; LE, V. A.; PHAM, T. T.; DAO, T. H.; LE T. S. L. Adsorption characteristics of molecular oxytetracycline onto alumina particles: The role of surface modification with an anionic surfactant. *Journal of Molecular Liquids*, v. 287, 1 ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.110900>. Acesso em: 22 marc. 2024.
- [15] ZAMI, M. S.; EWEBAJO, A. O.; AL-AMOUDI, O. S. B.; AL-OSTA, M. A.; MUSTAFA, Y. M. H. Compressive strength and wetting–drying cycles of Al-Hofuf "Hamrah" soil stabilized with cement and lime. *Arabian Journal for Science and Engineering*, v. 47, p. 13249- 13264, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13369-022-06576-0>. Acesso em: 22 nov. 2023.
- [16] KOUTOUS, A.; HILALI, E. M. A Proposed Experimental Method for the Preparation of Rammed Earth Material. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17577/IJERTV8IS070140>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [17] HOFFMANN, M.; MINTO, F.; HEISE, A. Taipa de pilão. *In: NEVES, C.; FARIA, O. B. (org.). Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. p. 1–79. E-book.* Disponível em: www.redproterra.org. Acesso em: 22 nov. 2023.
- [18] CHAUHAN, P.; HAJJAR, A. E.; PRIME, N.; PLÉ, O. Unsaturated behavior of rammed earth: experimentation towards numerical modelling. *Construction and Building Materials*, v. 227, p. 1-12, 10 dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.08.027>. Acesso em: 22 nov. 2023.
- [19] ÁVILA, F.; PUERTAS, E.; GALLEGRO, R. Characterization of the mechanical and physical properties of unstabilized rammed earth: a review. *Construction and Building Materials*, v. 270, p. 121435-121446, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121435>. Acesso em: 22 mar. 2024.

Elementos Projetuais para Potencializar a Qualidade da Habitação de Interesse Social: um estudo de caso no município de Curionópolis-PA
Design Elements to Enhance the Quality of Social Interest Housing: a case study in the municipality of Curionópolis-PA

Cláudia Queiroz de Vasconcelos, PhD.^a, UNIFESSPA/IEA/FATEC,
claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3250-7813>

Paula Renata Sousa Soares, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo,
UNIFESSPA/IEA/FAU, paula.soares@unifesspa.edu.br

Luana Ester Luz Lopes, Graduanda em Engenharia Civil, UNIFESSPA/IEA/FATEC,
luanaester@unifesspa.edu.br

Ananda da Silva Feitosa Franco, Graduanda em Engenharia Civil,
UNIFESSPA/IEA/FATEC, asff.engcvl@unifesspa.edu

Ezequiel de Souza Reis, Graduando em Engenharia Civil, UNIFESSPA/IEA/FATEC,
desouzareizezequiel@unifesspa.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta um estudo sobre as limitações projetuais no que se refere a Habitação de Interesse Social (HIS), observando as abordagens de flexibilidade, funcionalidade, adaptabilidade, inclusas no contexto dos aspectos projetuais para residências resilientes. Esses elementos projetuais podem ampliar as perspectivas para as propostas de adaptação das residências de acordo com as demandas/necessidades reais das famílias. Dessa maneira, este artigo tem como objetivo realizar uma abordagem sobre os principais elementos projetuais para potencializar a qualidade em habitações sociais, a partir de um estudo de caso realizado no município de Curionópolis-PA e mediante a revisão bibliográfica. Os resultados comportam uma análise e síntese de conceitos fundamentais para proposição alternativa que contemplem o desempenho dessas residências.

Palavras-chave: Habitação de Interesse Social; Flexibilidade; Funcionalidade; Adaptabilidade.

Abstract

This article presents a study on design limitations regarding Social Housing (HIS), observing approaches to flexibility, functionality and adaptability, including in the context of design aspects for resilient residences. These design elements can broaden the perspectives for proposals for adapting homes according to the real demands/needs of families. Thus, this article aims to provide an approach to the main design elements to enhance quality in social housing, based on a case study carried out in the municipality of Curionópolis-PA and through a bibliographical review. The results involve an analysis and synthesis of fundamental concepts for an alternative proposition that considers the performance of these residences.

Keywords: Social Housing; Flexibility; Functionality; Adaptability.

1. Introdução

A habitação é um direito essencial do cidadão por ser imprescindível em seu desenvolvimento humanitário, que comporta o sentimento de abrigo, segurança e bem estar, com abordagem consciente quanto aos elementos projetuais de flexibilidade e funcionalidade arquitetônica. Para Palermo *et al* [1], a política habitacional no Brasil, abarca um *déficit*, por desconsiderar alguns requisitos determinantes para habitabilidade.

A função do Estado, dos Governos, na produção de habitações direcionadas a população de renda reduzida, é incontestável, mas, conduzir as crescentes demandas construtivas, de forma harmônica e integralmente eficiente, ainda apresenta alguns desafios, com isso, a abordagem sobre Habitação de Interesse Social (HIS) amplia as discussões, saindo da esfera estritamente política, para o âmbito acadêmico e social.

Negligenciar as necessidades e as particularidades dos moradores, para viabilizar a obtenção de um percentual maior de unidades habitacionais, por um preço mais acessível, destinadas aos grupos majoritariamente pertencentes a classe social economicamente menos favorecida, faz com que instabilidades e inflexibilidades construtivas sejam determinantes para o baixo desempenho da edificação.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define requisitos necessários para habitabilidade, assim, é importante mencionar sobre o desempenho da edificação disposto na ABNT NBR 15.575:2013 [2]. A durabilidade diz respeito a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções. A habitabilidade comporta a funcionalidade como exigência restrita aos seus usuários.

A unidade residencial, por vezes negligenciada, passa a ser sinônimo de quantitativo, ficando restrita ao significado relacionado aos projetos habitacionais, no sentido macro, restrita às políticas públicas, deixando em segundo plano a qualidade projetual. Outra norma deixada de lado em empreendimentos voltados a grande massa é a ABNT NBR 9050:2020 [3], que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar os principais elementos que contemplam a qualidade de um projeto residencial flexível, a partir de análises de uso efetivo da moradia pelas famílias. Esse escopo da usabilidade do projeto executado permitiu observar a aplicação dos conceitos de acessibilidade e de desempenho da edificação, conforme a catalogação das modificações recorrentes dos usuários para o atendimento de suas demandas reais. A análise também considerou os conceitos essenciais da habitabilidade como estratégias para avaliar o desempenho, para que as HIS contemplem com mais eficiência as necessidades dos moradores.

2. Aspectos Projetuais para Residências Resilientes

Em um contexto de mudanças contínuas, a busca por residências resilientes emerge como uma necessidade iminente. O conceito de projeto habitacional social resiliente vai além da construção, abrangendo investimentos estratégicos em infraestrutura e programas sociais. Nessa perspectiva, para Villa e Oliveira [4] a habitação social resiliente não apenas assegura um abrigo físico, mas se destaca por oferecer um refúgio seguro, flexível e saudável para seus ocupantes.

2.1 Flexibilidade

A flexibilidade é uma característica de excelência espacial que possibilita a modificação do espaço físico da moradia de acordo com as alterações, exigências e anseios dos ocupantes. Para Logsdon *et al* [5] a oferta de unidades residenciais com flexibilidade tem como objetivo satisfazer as necessidades de uma população de menor poder aquisitivo, que frequentemente não possui acesso a residências apropriadas e personalizadas, além de diminuir os gastos e os efeitos ambientais da edificação.

Segundo Costa, Logsdon e Fabrício [6], a flexibilidade na habitação social pode ser alcançada mediante uma análise crítica dos projetos existentes e a proposta de soluções mais flexíveis e compatíveis com as necessidades reais dos usuários. Esse conceito arquitetônico de flexibilidade também pode ser caracterizado como uma solução à obsolescência, garantindo a durabilidade do sistema ao longo do tempo, conforme Celluci e Di Sivo [7].

Costa, Logsdon e Fabrício [6], afirmam que a fabricação em massa de habitações populares ou sociais, utilizada como estratégia para reduzir o *déficit* de moradias no Brasil, intensificou a discussão sobre a implementação de critérios que aprimoram a excelência dos planos habitacionais. Dentro desse cenário, a flexibilidade arquitetônica caracteriza-se pelo atendimento de demandas específicas de seus ocupantes, em conformidade com seus núcleos familiares e suas especificidades de conformação para a concepção do projeto.

2.2 Funcionalidade

Logsdon *et al* [8], enfatizam a importância da funcionalidade e da flexibilidade no projeto de HIS, para a busca da garantia da satisfação de necessidades atuais e vindouras dos usuários. Os autores indicam um conjunto de orientações de projeto que podem proporcionar a adaptação simplificada e otimizada da moradia ao longo de seu ciclo de vida.

Segundo Palermo *et al* [1] a moradia de HIS não é meramente um refúgio, mas sim o ambiente que comporta multifunções, como por exemplo, espaço de rituais e estilos de vida que vão além da simplificação de morada. Vale ressaltar, que a moradia deve ser considerada em sua durabilidade, estrutura, espaço, funcionalidade e simbolismo, particularmente quando destinada à população de baixa renda, categoria de 0 a 5 salários mínimos.

Vasconcelos [9], afirma que a ideia de funcionalidade vai além da setorização dos ambientes em si, pois a dinâmica de uso do espaço ou de móveis podem comportar mais de uma função, que compreende a multifuncionalidade. Essa articulação de assumir diferentes funções no decorrer da dinâmica familiar ou do cotidiano doméstico pode ser de maneira sequenciada, simultânea ou sazonal. Esse atributo também pode favorecer o bem-estar dos moradores, observando quesitos de acessibilidade e de impacto ambiental.

2.3 Adaptabilidade

Larcher e Santos [10], debatem os conceitos de flexibilidade e adaptabilidade como essenciais para o crescimento de projetos de HIS. Esses autores propõem uma ferramenta de coleta e análise de dados para definir orientações de projeto que possibilitem a adaptação simplificada e equilibrada da moradia ao longo de seu ciclo de vida.

Segundo Fischer [11], a habitação de interesse social no Brasil foi concebida e edificada de forma padronizada, que enfrentou desafios para se adaptar às alterações nas demandas espaciais dos moradores durante o ciclo de vida familiar. Dessa maneira, é sugerido que a implementação de projetos de moradia social adaptáveis pode promover e prolongar a durabilidade funcional dos materiais, otimizando o uso e diminuindo o consumo energético ao longo de sua vida útil.

A capacidade de adaptação comporta um elemento de projeto disposto tanto na flexibilidade de uso quanto no quesito da multifuncionalidade. Esses conceitos compreendem fatores que contrariam a rigidez da forma, em si, e da usabilidade projetada, pois somente a especificidade do núcleo familiar pode atribuir o uso real, conforme com suas necessidades efetivas, e não voltada a generalidades teóricas.

Brandão [12] sugere um conjunto de orientações de projeto que possibilitam a adaptação simplificada e equilibrada da moradia ao longo de seu ciclo de vida. A adaptabilidade pode abranger a flexibilidade de uso espacial, de materiais e de componentes, de modo a favorecer e facilitar as possíveis alterações, ampliações, junções espaciais, subtrações ou substituições de ambientes, elementos ou componentes da unidade residencial, sem prejuízo da segurança estrutural, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Princípios favorecedores da adaptabilidade de edificações ao longo de sua utilização.

1. Independência	Características que permitem remoção e acréscimo sem afetar a eficiência dos sistemas interconectados.
2. <i>Upgradability</i> (capacidade de atualização)	Sistemas e componentes que permitem acréscimos, expansões e atualizações para melhoria da eficiência dos sistemas.
3. Compatibilidade de ciclos de vida	Previsão de sistemas e componentes com tempos de duração similares, sobretudo naqueles que são interconectados.
4. Informação	Registros de desenhos, especificações e limitações dos projetos, de modo a auxiliar em futuras análises de custos de adaptações e expansões.
5. Durabilidade	Duração de materiais, elementos e componentes, com relação a reparos, manutenção e substituição. Espaços duradouros também são incluídos.
6. Versatilidade	Forma ou arranjo do espaço que permite alternativas de uso.
7. Facilidade de acesso às instalações	Forros rebaixados, pisos elevados, <i>shafts</i> e outras soluções que permitem acesso fácil a tubulações, dutos, fiações e equipamentos.
8. Redundância	Estruturas projetadas para receber cargas maiores, instalações dimensionadas para expansão, elementos adicionais (super provisão).
9. Simplicidade	Ausência de complexidade dos sistemas, projetos racionalizados, estruturas e componentes modulares, materiais convencionais, etc.

Fonte: Canada Mortgage Housing Corporation (CMHC) e Canada Clean and Renewable Energy Research Centre (CANMET) [13]; Russel e Moffatt [14].

3. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi fundamentada nos seguintes métodos: revisão bibliográfica, revisão documental e estudo de caso. A fundamentação teórica foi composta a partir de análises de normas vigentes, ABNT NBR 9050:2020 [2] e ABNT NBR 15.575:2013 [3], assim como, de literatura especializada, como Palermo *et al* [1], Villa e Oliveira [4], Logsdon *et al* [5 e 8], Costa, Logsdon e Fabrício [6], Vasconcelos [9], Larcher e Santos [10], Fischer [11].

O estudo de caso da pesquisa está localizado no município de Curionópolis-PA. Nessa etapa, procurou-se avaliar os elementos projetuais característicos da HIS, de modo a identificar as inconsistências, modificações e sugerir alternativas para potencializar a qualidade dessas moradias.

Para o desenvolvimento do trabalho foram observadas as seguintes etapas: (I) identificação do problema; (II) revisão bibliográfica sobre HIS e conceitos sobre os aspectos projetuais para residências resilientes, como Flexibilidade, Funcionalidade e Adaptabilidade; (III) atividade de campo para coleta de dados, entrevistas e levantamento de 10 residências do conjunto habitacional (medição tanto na residência, quanto no lote), para a avaliação das principais alterações; e (IV) análises do Estudo de Caso, desde a avaliação de instabilidades projetuais em uma das casas, até as alterações efetuadas pelos moradores.

A atividade de campo permitiu a compilação das informações, de análise comparativa, mostrando quais as modificações mais recorrentes e a compreensão da realidade enfrentada pela população beneficiária da HIS. Essa síntese do estudo permitiu a proposição técnica de alternativas que potencializam a qualidade da moradia nesse contexto social.

4. Análise do projeto Casa Nova, Vida Nova - Curionópolis/PA

O projeto Casa Nova, Vida Nova, situado no município de Curionópolis-PA, região norte do país, foi implementado em 2013, pelo poder executivo municipal, a partir de uma emenda aprovada pelo poder legislativo. O empreendimento residencial foi desenvolvido com recursos próprios da prefeitura e as unidades residenciais foram destinadas gratuitamente à população contemplada.

O programa previu um percentual mínimo de moradias destinadas a pessoas com deficiência (PcD), de baixa renda, fixado em dez por cento, conforme previsto no Projeto de Lei 4775/2012 [15]. As demais moradias foram destinadas à população que comprovou renda mínima, inferior a três salários mínimos e que não possuíssem nenhum imóvel. Essa comprovação ocorreu mediante a um cadastro realizado pelo Centro de Referência da Assistência Social (CRAS), do município de Curionópolis-PA.

A descrição projetual foi realizada a partir de uma análise atual realizada *in loco* em uma das unidades residenciais. Na Figura 1 é possível observar o projeto dessa unidade unifamiliar isolada no lote, dimensionada com 47,36 m², em alvenaria, implantada em lote de 200 m². A planta baixa é caracterizada pela distribuição dos seguintes ambientes: dois dormitórios de 8,85 m² (cada), banheiro de 2,50 m², circulação de 2,65 m², cozinha de 10,85 m² e sala de 13,66 m², que comporta as funções de estar e jantar. A cobertura da residência caracteriza-se por duas águas, estrutura em madeira e telha de barro.

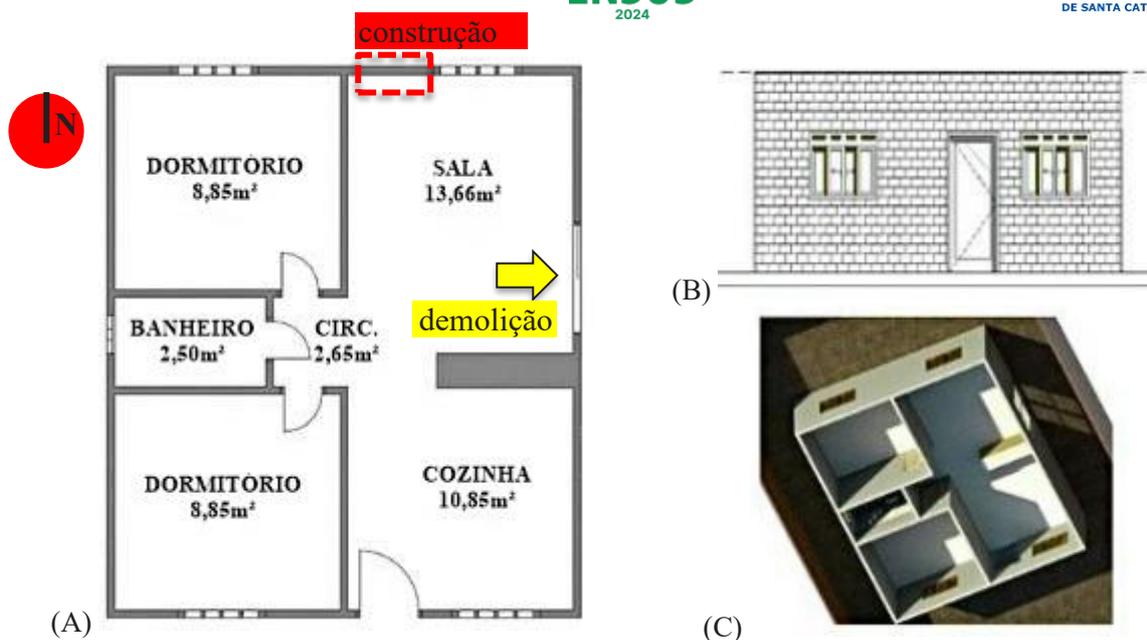


Figura 1: Projeto habitacional: (A) Planta baixa adaptada de acordo com as modificações de novas aberturas realizadas pelo morador, na planta original o acesso principal constava com 0,60 m, conforme delimitado com marcação vermelha tracejada, sendo substituída por vãos maiores, destacado com seta amarela; (B) Elevação, blocos de tijolos cerâmicos; (C) Perspectiva Interna. **Fonte:** elaborado pelos autores.

O projeto padrão obteve êxito no sentido de atender 400 famílias, que possuíam a problemática diária da ausência de moradia. Na prática, essa oferta apresentou algumas características que divergem da condição de alcance integral, considerando a segurança e a forma restritiva, dos espaços reduzidos, comuns em empreendimentos HIS.

As restrições de dimensões dos ambientes, limitaram os moradores ao uso de caráter estritamente necessário, por vezes não comportando as funções básicas e o mobiliário mínimo para atividades e tarefas essenciais no cotidiano familiar. Dessa maneira, conceitos de flexibilidade e funcionalidade são necessários para compreensão acerca da efetiva habitabilidade e bem estar dos usuários e de que forma poderiam ser implementados na prática em projetos mais eficientes.

O padrão das habitações desse conjunto habitacional possui aberturas estreitas com apenas 0,60 m nos dormitórios e no banheiro, dificultando a livre passagem de PcD ou pessoa com mobilidade reduzida, de modo que não cumpre os requisitos fundamentais da ABNT NBR 9050:2020 [2]. Também foi observado a modificação recorrente do acesso principal da casa, pois na rotina dos moradores sente-se a necessidade de ampliar a circulação e flexibilizar o ambiente, para a melhoria do desempenho do *habitat*. Essa substituição do acesso original, permitiu a disposição de um vão livre de maior capacidade na nova abertura. O vão original apresentava-se restritivo e localizado na fachada norte. A transferência do novo acesso, da fachada norte para a leste, permitiu aumentar o vão livre dessa esquadria, porém causou interferências de infraestrutura, principalmente com relação a manutenção hidráulica e esgoto.

No Quadro 2 consta uma síntese sobre a caracterização de uma das residências do conjunto habitacional, assim como, exemplifica modificações recorrentes sem assistência técnica. Essas reformas dispostas pelos moradores possibilitaram a adequação de quesitos dimensionamento das aberturas, conforme a ABNT NBR 9050:2020 [2] e a ABNT NBR 15.575:2013 [3], que

dispõe sobre a capacidade da edificação ou de seus sistemas desempenhar adequadamente as suas funções de forma autônoma aos seus usuários.

Quadro 2: Síntese de caracterização do projeto e modificações recorrentes no uso das residências.

ANÁLISE	IMAGEM	DESCRIÇÃO
1		Os vãos de aberturas das portas do banheiro e no dormitório são de 0,60 m, ou seja, não atende ao requisito de acessibilidade. Segundo a ABNT NBR 9050:2020, recomenda-se vãos livres maiores ou iguais a 0,80 m para as portas.
2		O acesso principal original foi modificado, visando a facilitar o uso cotidiano, alguns moradores executaram a reforma sem assistência técnica. A ABNT NBR 15575:2013 dispõe sobre a durabilidade, onde a capacidade da edificação ou de seus sistemas devem desempenhar as suas funções a longo prazo, bem como, devem ser orientadas as condições de seu uso em manual.
3		O novo acesso principal foi realizado pelo morador, com a finalidade de flexibilizar a circulação e aumentar o tamanho da abertura, para uma dimensão mais adequada ao uso. Segundo a ABNT NBR 9050:2020, recomenda-se vãos livres maiores ou iguais a 0,80 m para as portas.

Fonte: Autores.

No decorrer da atividade de campo identificou-se intervenções realizadas pelos moradores em 10 residências, sem a assistência técnica. A Figura 2 mostra as reformas mais recorrentes, modificações e ampliações, que foram realizadas pelos próprios moradores para adequar os espaços às necessidades efetivas do núcleo familiar. Essas reformas de pequeno e médio porte incluem a ampliação de ambientes, as adaptações de aberturas de portas, a disposição do acesso principal da moradia, dentre outras adequações. Os ajustes de projeto ou de execução da obra refletem um esforço coletivo para melhorar a funcionalidade e o conforto das moradias. Ressaltando que a construção de calçadas e rampas foi a modificação mais recorrentes dentre as dez casas analisadas.

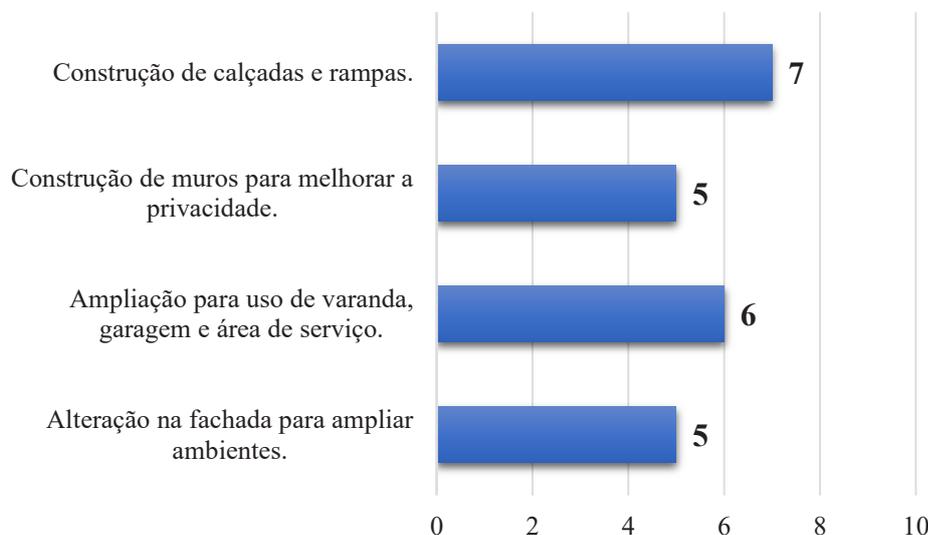


Figura 2: Levantamento de HIS no conjunto Casa Nova, Vila Nova em Curionópolis-PA. **Fonte:** elaborado pelos autores.

O resultado do estudo verificou que o uso dos espaços domésticos de áreas restritivas está diretamente correlacionado ao baixo desempenho dos ambientes, considerando suas respectivas setorizações, funções, atividades e tarefas do cotidiano da moradia em função do perfil do núcleo familiar. Dessa forma, considera-se que as percepções de ocupação da moradia, a identidade do lugar, a privacidade e a territorialidade dos ambientes podem comportar diferentes contextos socioculturais. Essa apropriação da unidade residencial será sempre um processo particular com especificidades próprias dos moradores.

As estratégias arquitetônicas para concepção de projeto devem considerar atributos flexíveis à edificação, observando o atendimento de categorias planejadas que suportem a previsibilidade da apropriação do usuário e suas especificidades de seu núcleo familiar. Ou seja, os parâmetros da flexibilidade devem estar em conformidade com o programa de necessidades que atenda às demandas dos usuários efetivo, permitindo a construção de uma unidade residencial resiliente e de acordo com as normas vigentes. Essa preocupação de quem projeta em atender a necessidade real do usuário, deve dispor desde a fase de projeto das seguintes premissas habitabilidade, funcionalidade, durabilidade e acessibilidade, conforme previsto nas normas brasileiras ABNT NBR 15.575:2013 [2] e ABNT NBR 9050:2020 [3].

5. Conclusão

A pesquisa buscou analisar produções científicas e aplicar esse conhecimento como fundamentação do protocolo de coleta de dados e avaliação do estudo de caso que foi direcionado ao empreendimento de Habitação de Interesse Social (HIS). Essa base de dados possibilitou a sistematização e o planejamento da atividade de campo com relação a caracterização das alterações do projeto para atender as necessidades reais dos moradores.

O estudo de caso compreende somente a unidades residenciais unifamiliares isoladas no lote, com alto índice de padronização e repetição. Essa caracterização do empreendimento e principalmente a restrição dimensional dos ambientes compromete o desempenho da moradia com relação ao uso e manutenção de seus componentes por seus moradores, com ou sem vínculo familiar.

A recorrente falha dos empreendimentos, construídos em massa, persiste na generalização do núcleo familiar ou do usuário-padrão, ou seja, na constante padronização da unidade residencial voltada a um elevado índice de repetição da composição da forma, o que não colabora de maneira efetiva para o desempenho enquanto moradia. Essa dualidade de espaço físico e demanda real gera uma consequência com relação a necessidade a curto prazo, ou logo de imediato a entrega da edificação, à uma adequação do imóvel à rotina e o perfil da família.

Os resultados da pesquisa mostraram que as intervenções realizadas nas residências do estudo de campo, pelos próprios moradores, sem assistência técnica, conseguiram mitigar não somente ao atendimento da necessidade imediata do contexto familiar específico, mas por vezes, de modo desprezioso na adequação de alguns quesitos das normas vigentes, tanto de desempenho, ABNT NBR 15.575:2013 [2], quanto de acessibilidade, ABNT NBR 9050:2020 [3]. Na questão de desempenho buscou a melhoria dos requisitos de habitabilidade, flexibilidade e funcionalidade. Na acessibilidade buscou-se o atendimento das necessidades reais dos moradores, com suas especificidades e perfis particulares, observando a construção de rampas, intervir em acesso sem obstrução, assim como no alargamento dos vãos das portas.

Referências

- [1] PALERMO, C. *et al.* Habitação Social: Uma visão projetual. In: **Colóquio de Pesquisas em Habitação**, 4, 2007. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/coloquiomom/comunicacoes/palermo.pdf>. Acesso em: 03 jan. de 2024.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.
- [4] VILLA, S. B; OLIVEIRA, N. F. G. Métodos de Avaliação da Resiliência no Ambiente Construído em Habitação de Interesse Social: Uma Abordagem Teórica no Contexto da Cidade de Uberlândia-MG. **9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2021 Digital)** Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades. 07, 08 e 09 de abril de 2021.
- [5] LOGSDON, L.; PEREIRA, L. M.; FRANCO, J.; FABRICIO, M. M. (2018). **Flexibilidade na habitação social: a prática e a teoria em busca da qualidade espacial**. Disponível em: <https://shorturl.at/lpzW9>. Acesso em: 15 jan. de 2024.
- [6] COSTA, H. A.; LOGSDON, L.; FABRICIO, M. M. **Flexibilidade em projetos de arquitetura: contribuições a partir de uma revisão sistemática da literatura**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 8, n. 3, p. 144–160, 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650206>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- [7] CELLUCCI, C.; DI SIVO, M. (2015). **A Habitação Flexível: Critérios e Estratégias para Implementação da Flexibilidade**. Disponível em: <https://shorturl.at/mpwFR>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- [8] LOGSDON, L.; FABRICIO, M.; SOUSA, D.; PADILHA, Y. Funcionalidade e Mobiliário da Habitação: contribuições para o projeto de moradias sociais. In: **Arquitetura Revista**, vol.

15, n. 2, pp. 212-237, 2019, Unisinos. Disponível em: <https://shorturl.at/diCGU>. Acesso em: 11 jan. 2024.

[9] VASCONCELOS, Cláudia Queiroz de. **Avaliação da compacidade, funcionalidade e flexibilidade em habitações de dimensões reduzidas**: estudos de caso em edifícios de Florianópolis-SC. 2017. 345 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://tede.ufsc.br/teses/PARQ0287-T.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

[10] LARCHER, J. V. M.; SANTOS, A. dos. Flexibilidade e adaptabilidade: princípios para expansão em projetos de habitações de interesse social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 63-77, out./dez. 2008. Disponível em: <https://shorturl.at/nCDLQ>. Acesso em: 11 jan. 2024.

[11] FISCHER, Rafael Santos. **Estratégias de adaptabilidade na habitação social**: implicações no ciclo de vida energético do edifício. 2017. 202 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/48001>. Acesso em: 17 jan. 2024.

[12] BRANDÃO, D. Q. Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 7-22, abr./jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/djNCy8P5q9FvKQp8Rb3PXdD/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

[13] CANADA Mortgage Housing Corporation; CANADA'S Clean and Renewable Energy Research Centre. **Building Adaptability**: a survey of systems and components, Ottawa, maij 1997.

[14] RUSSEL, P.; MOFFATT, S. **Assessing the Adaptability of Buildings**. In: ENERGYRELATED ENVIRONMENTAL IMPACT OF BUILDINGS, 31., 2001. Proceedings... 2001.

[15] **PL 4775/2012** — **Portal da Câmara dos Deputados**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/561542>. Acesso em: 08 jan. 2024.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Unifesspa/Propit, Unifesspa/Proeg, Fapespa e CNPq, que disponibilizaram bolsas aos discentes mediante os seguintes editais: PROPIT N. 10/2022-2023 PIBIC/FAPESPA, PROPIT N. 10/2022-2023 PIBITI/FAPESPA, PROEG N. 11/2023 PROLAB 2023, PROPIT N. 05/2023 PIBIC/FAPESPA e PROPIT N. 11/2023 PIBIC-AF/CNPQ.

Território e memória coletiva: Uma reflexão sobre o caso da comunidade quilombola do Cedro em Mineiros/GO

Territory and collective memory: A reflection on the case of the Cedro quilombola community in Mineiros/GO

Lucas Italo Silva Ribeiro, Mestrando em Projeto e Cidade, Universidade Federal de Goiás – UFG.

lucasitaloribeiro@discente.ufg.br

Romão Emanuel de Souza Vargas, Bacharel em direito, Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES.

souzaromaoemanuel@gmail.com

Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima, Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Goiás – UFG.

fabiolla_lima@ufg.br

Resumo

O presente artigo busca discutir os conceitos de territorialidade e memória coletiva na comunidade quilombola do Cedro em Mineiros/GO. Com a atuação de processos como o decréscimo populacional, a memória coletiva de uma comunidade fica vulnerável, evidenciando a necessidade de se valorizar tradições culturais que formam sua identidade. Apesar de algumas práticas terem perdido espaço, é possível notar a memória coletiva da comunidade sendo transmitida entre diferentes gerações devido a criação de espaços físicos comuns. Esses espaços reforçam e estimulam a socialização e transmissão de memórias entre os indivíduos, além de reafirmar a identidade no território e enfrentar desafios contemporâneos.

Palavras-chave: Territorialidade; Memória; Quilombo.

Abstract

This article seeks to discuss the concepts of territoriality and collective memory in the Cedro quilombola community in Mineiros/GO. With the action of processes such as population decline, the collective memory of a community becomes vulnerable, highlighting the need to value cultural traditions that form its identity. Although some practices have lost space, it is possible to notice the collective memory of the community being transmitted between different generations due to the creation of common physical spaces. These spaces reinforce and encourage socialization and transmission of memories between individuals, in addition to reaffirming identity in the territory and facing contemporary challenges.

Keywords: Territoriality; Memory; Quilombo.

1. Introdução

A territorialidade é um conceito fundamental nas ciências sociais em geral, e na geografia, em particular, no que se refere à relação entre indivíduos, grupos e instituições em um determinado espaço físico que por eles é ocupado. Uma vez que, ao se apropriarem e utilizarem um espaço, atribuindo significados e valores culturais, econômicos e políticos, os indivíduos acabam criando o território. E essa relação desenvolvida no espaço propicia a formação de uma identidade entre indivíduos e território com o passar do tempo, fato que é fortalecido com a memória ali produzida.

Esse processo está intrinsecamente ligado às posições de poder e controle sobre o espaço, fato que coloca o território como um campo de constante disputa por diferentes sujeitos. Nações, governos, grupos étnicos e outras entidades buscam estabelecer sua presença e influência nos territórios ou, então, resistir às investidas contrárias à sua permanência em um determinado lugar. De acordo com Haesbaert [01], essa disputa pode acontecer de muitas formas como reivindicações políticas, estratégias de aglutinamento e isolamento, confronto armado, imposições culturais e contenção.

Além disso, a territorialidade também desempenha o papel de organizar espacialmente as sociedades humanas, influenciando a distribuição de recursos naturais e econômicos, a configuração de redes de comunicação e transporte, e até mesmo a estruturação das cidades [02]. A influência de fatores históricos, sociais, culturais e políticos que atravessam, não somente um indivíduo, mas toda a coletividade que coexiste no território, desempenha um papel importante na construção da identidade de uma comunidade.

A memória é construída por meio de experiências e práticas culturais que refletem a identidade e os valores dos indivíduos, constituindo-se como um mecanismo para acessar o tempo passado. As memórias individuais tem o poder de influenciar a percepção da memória coletiva, assim como a memória coletiva pode moldar as lembranças que cada indivíduo tem em seu imaginário [03]. Assim, a memória coletiva desempenha o papel de formar a visão de mundo de um grupo, reunindo suas memórias individuais na produção desse ativo comum. Essa interação coloca em questão o processo de construção e interpretação do passado e como isso influencia as experiências pessoais de cada indivíduo de um grupo.

O presente artigo tem como propósito discutir o território e a memória coletiva na comunidade quilombola do Cedro, localizada na cidade de Mineiros, Goiás. O trabalho aborda a comunidade quilombola e destaca seu território, discutindo os elementos de memória coletiva presentes nesse contexto. Metodologicamente, são utilizados os procedimentos técnicos da pesquisa bibliográfica para fundamentar e contribuir para a compreensão da temática em questão e embasar as discussões propostas. Ao término do artigo, são apresentadas as considerações finais.

1. Comunidades quilombolas e a construção de memórias de lutas e resistências

As comunidades quilombolas representam uma herança cultural afro-brasileira, com origem na luta contra a escravidão e na busca pela preservação de suas tradições ancestrais. Sua história ao período da colonização no Brasil, quando colonizadores se estabeleceram no território com o objetivo de explorar os recursos naturais e expandir sua área de influência. Nesse contexto, povos africanos foram trazidos forçadamente para o país para servirem aos interesses dos colonizadores no território reivindicado.

Os quilombos desempenharam um papel fundamental na resistência frente a esse processo. Inicialmente, essas comunidades eram compostas por pessoas do continente africano e seus descendentes escravizados, que conquistaram sua liberdade em processos de luta, seja por meio da alforria ou pela fuga de seus alçozes. Esses territórios, costumeiramente, localizavam-se em áreas remotas e de difícil acesso para que, assim, se dificultasse possíveis ataques às comunidades que ali se formavam.

O quilombo mais conhecido, liderado por Zumbi dos Palmares no nordeste brasileiro, enfrentou por décadas as investidas das autoridades coloniais e se tornou um símbolo de resistência ao regime de escravização [04]. Mesmo após a abolição da escravatura em 1888, muitas pessoas que haviam sido escravizadas, e seus descendentes, continuaram a se estabelecer em comunidades como essas. De acordo com Damasceno [04], a estruturação social dos quilombos não tinha apenas o objetivo de transformar um local em símbolo de resistência, mas também, de criar abrigo aos escravizados fugitivos e preservar seus valores e cultura.

Em muitas comunidades quilombolas, a preservação da cultura é uma questão fundamental que une e reforça elementos como costumes, crenças e valores [05]. A transmissão de conhecimentos tradicionais através de rituais, músicas, danças e comidas desempenha um importante papel na manutenção da identidade desses povos. Essa preservação cultural fortalece a coesão interna das comunidades quilombolas e contribui na resistência e afirmação de suas raízes históricas. A transmissão de conhecimentos de geração em geração não só mantém viva a herança cultural vindas de seus ancestrais, como também contribui para a construção de uma memória coletiva para as gerações presentes.

Os rituais religiosos desempenham um papel central nesse processo, proporcionando celebrações festivas e momentos de reflexão e conexão com a ancestralidade e espiritualidade. As músicas e danças tradicionais, muitas vezes carregadas de significados simbólicos, funcionam como expressões artísticas que contam histórias e preservam narrativas que, de outra forma, poderiam ser perdidas ao longo do tempo.

A luta por reconhecimento de suas terras e direitos tornou-se uma batalha constante ao longo dos anos, persistindo até a atualidade. As comunidades quilombolas enfrentam uma série de desafios na contemporaneidade, sendo a questão fundiária uma das principais, com muitas comunidades lutando pelo reconhecimento e titulação de suas terras. O reconhecimento legal de seus territórios é essencial para a preservação da identidade quilombola e para garantir o acesso a financiamentos e outros recursos de políticas públicas.

A falta de infraestrutura, como estradas, equipamentos de educação, saúde e outros serviços básicos também é um desafio persistente na atualidade. Além disso, muitas dessas comunidades estão localizadas em regiões remotas e de difícil entrada, o que dificulta o acesso a serviços públicos de qualidade e oportunidades de emprego. Portanto, a carência de políticas específicas para as comunidades quilombolas contribui para a perpetuação da desigualdade e exclusão social.

O reconhecimento legal das terras quilombolas é uma importante ferramenta que pode garantir alguns dos direitos garantidos a essas comunidades. A Constituição Federal de 1988 [06], no artigo 68, reconhece a importância dessas áreas e estabelece que as comunidades remanescentes de quilombos têm direito à propriedade definitiva sobre suas terras. Apesar disso, a efetivação desse reconhecimento muitas vezes encontra obstáculos burocráticos e políticos. A luta por políticas públicas adequadas e eficazes é constante, visando assegurar o desenvolvimento sustentável, o acesso a serviços básicos e a promoção da igualdade nas comunidades quilombolas.

O processo de titulação, além do artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, é regulamentado pelo Decreto nº 4.887/2003 [07], que buscou ser um avanço na liberdade dos povos quilombolas, bem como, efetivar o acesso a políticas públicas nessas regiões, como educação, saúde, dentre outras. Este processo é composto por cinco etapas: identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação, e finalmente a titulação das terras. Por ser um processo moroso e burocrático, acaba-se tornando inalcançável para diversas comunidades quilombolas.

De acordo com a Comissão Pró-Índio de São Paulo [08], apenas 149 terras quilombolas foram tituladas no Brasil em 2023, evidenciando a falta de interesse governamental pela promoção desta política. Sendo assim, coloca-se como medida de rigor, que o processo de titulação de terras quilombolas seja desempenhado e atendido com celeridade, sendo este, um ato imprescindível à autonomia e às resistências desses grupos.

2. A comunidade quilombola do Cedro

Localizada a cerca de 5km da sede do município de Mineiros/GO, a comunidade quilombola do Cedro recebe esse nome devido à sua localização junto ao curso hídrico homônimo. Em uma organização diferente do que se constata com mais frequência nos territórios quilombolas, a comunidade se encontra relativamente próxima a zona urbana da cidade de Mineiros (Figura 1), fato que se deve, em parte, ao crescimento populacional e desenvolvimento da malha urbana em direção à comunidade.

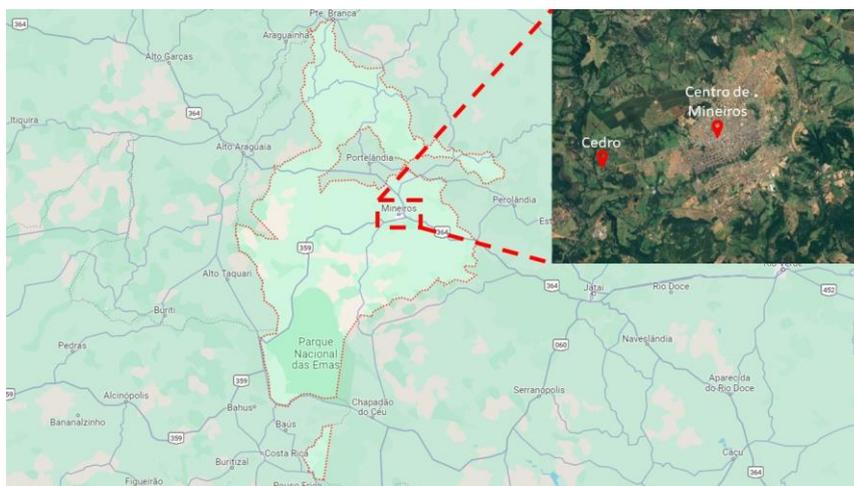


Figura 1: Delimitação do município de Mineiros/GO com recorte da área urbana da cidade e da comunidade quilombola do Cedro. Fonte: Google Maps© [09], modificado pelos autores.

De acordo Luciano [05], a história da comunidade se inicia no ano de 1885 por meio da compra de terras na região, hoje município de Mineiros, por Francisco Antônio de Moraes, conhecido pela alcunha de “Chico Moleque”. Vindo de Minas Gerais, o mesmo teria conseguido trabalhar e ser remunerado nos momentos que seriam de folga, como domingos e feriados, além de também exercer a atividade de garimpo. Assim, conseguiu comprar sua liberdade, a de sua esposa e a de sua filha, além de comprar uma parte de terras da Fazenda Flores do Rio Verde.

Em 6 de junho de 2003, a comunidade do Cedro obteve a certificação de remanescente de quilombo concedida pela Fundação Cultural Palmares (FCP) [10]. Esse dispositivo reconhece áreas em que grupos étnico-raciais, com trajetória histórica, dotados de relações territoriais e com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão recebam a

certificação prevista. A certificação também viabiliza a elaboração do Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID) das comunidades quilombolas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), assim, o poder executivo é autorizado a realizar a desapropriação do imóvel e repassar a posse coletiva para a comunidade, fato que ainda não aconteceu no Cedro [10].

Atualmente, a comunidade enfrenta um processo de decréscimo populacional, passando de uma população de 232 moradores nos anos 1970 para 157 pessoas em 2022 [11]. O principal motivo para esse movimento seria a busca por melhores condições de trabalho e vida no ambiente urbano, sobretudo nas gerações mais novas. Observa-se, também, nas últimas décadas uma diminuição do território da comunidade “pois, muitos foram vendendo suas terras, por ser propriedade particular havendo um êxodo dos mesmos para as cidades” [05].

Isso acontece devido ao processo de elaboração do RTID estar paralisado no Incra, fazendo com que a comunidade não detenha a posse coletiva do território, fato que não diminui a ligação da comunidade com o território, apenas evidencia a morosidade dos processos institucionais. De acordo com Ferreira [12], o território não está desvinculado de sua origem epistemológica, que seria a posse da terra em si, mas passa a ser concebido e dotado de uma “carga cultural” ligada ao poder, no sentido mais concreto, de dominação, e também no sentido simbólico.

A principal atividade econômica da comunidade é a agricultura e criação de animais, existe também uma parcela de moradores que trabalham na área urbana do município de Mineiros em órgãos públicos ou no setor privado. Em 1998, os membros da comunidade criaram o Centro Comunitário de Plantas Medicinais (Figura 2), com o propósito de ampliar as atividades econômicas e desenvolver a produção de medicamentos fitoterápicos. O empreendimento foi construído com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e, moradores realizaram cursos oferecidos pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) para adquirir conhecimento sobre gestão e organização comercial.



Figura 2: Centro Comunitário de Plantas Medicinais do Cedro. Fonte: Guia Turístico de Goiás [13].

O conhecimento etnobotânico preexistente entre os moradores do Cedro, é caracterizado como um significativo elemento de identidade, a comunidade é reconhecida na região por sua produção e uso de fitoterápicos [14]. A criação do Centro Comunitário de Plantas Medicinais teve como base o conhecimento empírico das famílias que passou, então, a desempenhar um

importante papel como fonte de geração de renda e oportunidades de emprego. A sociabilização e o compartilhamento de memórias acontecem durante o processo de preparação e comercialização das plantas e remédios, unindo pessoas de gerações diferentes e estreitados os laços que os unem, é nesse espaço onde também ocorrem “os “proseios” para a contação de histórias, causos e fatos atuais sobre a comunidade do Cedro e de Mineiros” [14].

Nessa comunidade os conhecimentos sobre a medicina tradicional foram adquiridos por intermédio da vivência do dia-a-dia (educação informal). Ocorre, portanto, uma transmissão vertical de conhecimentos pela qual é manifestado o respeito dos jovens aos mais velhos da comunidade os quais são detentores dos saberes relacionados ao manejo e uso de plantas dotadas de atributos medicinais. As plantas medicinais vêm sendo utilizadas como terapêutica pela comunidade há mais de um século e são empregadas conforme a sintomatologia apresentada. [14]

Esses conhecimentos sobre os valores medicinais de espécies vegetais são classificados como etnoconhecimentos e “provém de um saber transmitido verticalmente, aquele de geração em geração, repassados ou compartilhados através da comunicação oral” [14]. Esse processo de transmissão é possibilitado pelo acúmulo de conhecimentos na memória de uma comunidade, contribuindo, assim, para a preservação e continuidade de práticas tradicionais como o uso de plantas medicinais.

De acordo com Halbwachs [03], as memórias individuais estão ligadas ao campo da subjetividade individual de cada pessoa e, no exercício de externalizar essas lembranças com mais pessoas acontece o questionamento e o apontamento de lacunas. Para que haja uma consolidação da memória coletiva, de fato, é necessário que a partilha entre os indivíduos seja constantemente estimulada, justamente para que aconteçam os questionamentos e a cristalização de uma memória mais abrangente e comum. Nesse processo, a memória individual dos indivíduos pode confirmar algumas lembranças e cobrir lacunas existentes, assim, esse aporte exterior é assimilado e incorporado progressivamente.

A partir da leitura de Baiocchi [15], é possível observar que elementos da história da formação da comunidade do Cedro foram repassados de geração em geração através da oralidade. Depoimento de descendentes de “Chico Moleque” preservam a memória das histórias que escutam de seus antepassados. Essas reproduções podem ser classificadas como memórias emprestadas que, através da oralidade, são incorporadas ao imaginário individual de cada pessoa [03]. As histórias contadas não foram as memórias vividas pelos indivíduos, mas sim histórias que foram contadas a eles e que, então, passaram a reproduzir.

Além disso, na comunidade do Cedro é possível identificar atividades e eventos onde a memória coletiva é repassada, sobretudo através da cultura. As famílias cedrinhas produzem festas e reuniões comunitárias que reforçam o senso de comunidade, como encontros para churrascos, produção de alimentos, festas religiosas, etc. E, em muitas dessas atividades, fica claro o vínculo entre memória e o território onde ela é produzida, demonstrando assim a sua importância na construção da identidade da comunidade.

Mas, apesar de muitas dessas tradições ainda serem praticadas, algumas se perderam devido às mudanças que ocorreram no decorrer dos anos, como o método de trabalho na terra denominada como “traição”, muito difundida na região do triângulo mineiro. A prática se baseia na forma de preparo da terra, sendo realizada em sistema de mutirão, onde o dono da terra busca auxílio de outros membros da comunidade para voluntariamente preparar a terra e plantar. A contrapartida oferecida aos trabalhadores é o pagamento da traição, uma festa com comidas e bebidas à vontade para os que trabalharam [14].

O documentário intitulado *Negros do Cedro*, dirigido por Manfredo Caldas em 1997 [16], apresenta a preocupação dos indivíduos mais velhos da comunidade com o decréscimo da população local (Figura 3). Isso evidencia a vulnerabilidade das comunidades frente às forças externas, reforçando a necessidade de se preservar e valorizar as histórias e territórios como elementos intrínsecos à identidade cultural de um grupo. O não exercício da memória coletiva resulta em um processo de esquecimento, relegando o território ao lugar da amnésia.

A memória, ao mesmo tempo em que nos modela, é também por nós modelada. Isso resume perfeitamente a dialética da memória e da identidade que se conjugam, se nutrem mutuamente, se apoiam uma na outra para produzir uma trajetória de vida, uma história, um mito, uma narrativa. Ao final, resta apenas o esquecimento. [17]



Figura 3: Frames de “Negros do Cedro” (1997), de Manfredo Caldas. Fonte: Embaúba Play© [16].

Nesse cenário, a criação do Centro Comunitário de Plantas Medicinais pode ser vista como um avanço na preservação de parte da memória coletiva da comunidade quilombola do Cedro, uma vez que esse espaço novamente promove sociabilização, contribuindo pela sua perpetuação, e reafirma a identidade do território.

3. Considerações Finais

O trabalho aborda a importância do conceito de territorialidade e memória coletiva, destacando a relação entre indivíduos, grupos e instituições em um espaço físico ocupado. Essa ocupação do espaço contribui para a formação da identidade, sendo influenciada por fatores históricos, sociais, culturais e políticos. A disputa pelo controle do território é constante, envolvendo diferentes agentes no processo e, no contexto das comunidades quilombolas, destaca-se a construção da memória coletiva como elemento fundamental nessa disputa. Essas comunidades, originadas da resistência ao regime escravocrata, buscam preservar suas tradições ancestrais e enfrentam desafios contemporâneos, como a luta pelo reconhecimento e posse de terras e acesso a serviços públicos básicos.

O estudo de caso sobre a comunidade quilombola do Cedro em Mineiros/GO revela que, apesar do declínio populacional vivido nos últimos anos, resiste a processos que ameaçam a perda de identidade cultural e suas práticas tradicionais. A análise da situação dessa comunidade destaca a resiliência frente às transformações socioeconômicas e evidencia o forte vínculo com o território e seus recursos naturais. E, apesar de algumas práticas terem perdido espaço, é possível notar que a memória coletiva da comunidade segue sendo transmitida por meio de tradições, rituais e eventos culturais.

A preservação da memória coletiva e a luta por direitos territoriais são fundamentais para a identidade e o desenvolvimento sustentável dessas comunidades. E, a criação de equipamentos físicos que reforcem e estimulem a sociabilização entre os indivíduos pode contribuir para a transmissão das memórias individuais e coletivas, ao mesmo passo que contribuem para a reafirmação da identidade de um povo em um determinado território. Tais iniciativas fortalecem as comunidades tradicionais, permitindo o enfrentamento aos desafios contemporâneos sem perder sua identidade e conexão com o território ancestral.

Referências

- [01] HAESBAERT, Rogério. Dilema de conceitos: espaço-território e contenção territorial. In: SAQUET, Marcos Aurelio; SPOSITO, Eliseu Savério (Orgs.). Territórios e territorialidades: teorias, processos e conflitos. São Paulo: Expressão Popular, 2008, p. 94-120.
- [02] SUZUKI, Júlio César. Território, modo de vida e patrimônio cultural em sociedades tradicionais brasileiras. Revista Espaço e Geografia, 16(2), 627:640. 2022.
- [03] HALBWACHS, Maurice. A memória coletiva. São Paulo: Editora Revista dos tribunais Ltda., 1990.
- [04] DAMASCENO, Mayron Morais. Os direitos territoriais e as territorialidades quilombolas: O caso da comunidade quilombola do Cedro, em Mineiros, sudoeste Goiano. Dissertação. 2022.
- [05] LUCIANO, Daniela Freitas. Quilombo do Cedro de Mineiros (GO): Um estudo sobre a formação e posse da terra da comunidade. III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento. 2014.
- [06] BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/legislacao/constituicao-federal>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- [07] BRASÍLIA. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm. Acesso em: 29 mar. 2024.
- [08] Comissão Pró-Índio de São Paulo© 1995-2022. Observatório Terras Quilombolas. Disponível em: https://cpisp.org.br/direitosquilombolas/observatorio-terras-quilombolas/?terra_nome=&situacao=269&ano_de=&ano_ate=&orgao_exp=0. Acesso em: 15 mar. 2024.
- [09] Google. Mineiros. [s.l.]: Google Maps©. Disponível em: <https://maps.app.goo.gl/WNfbpuJrWgNSvds9A>. Acesso em: 09 de mar. 2024.
- [10] Mapa de Conflitos envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil. GO – Comunidade quilombola de Cedros cobra do INCRA agilidade na publicação do Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID). Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/go-comunidade-quilombola-de-cedros-cobra-do-incra-agilidade-na-publicacao-do-relatorio-tecnico-de-identificacao-e-delimitacao-rtid/>. Acesso em: 25 de mar. 2024.
- [11] Comissão Pró-Índio de São Paulo© 1995-2022. Observatório Terras Quilombolas. Disponível em: <https://cpisp.org.br/cedro-go/>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- [12] FERREIRA, Denison da Silva. Território, territorialidade e seus múltiplos enfoques na ciência geográfica. Campo-Território: Revista de geográfica agrária, v. 9, n. 17, p. 111-135, abr., 2014.

[13] Guia Turístico de Goiás©. Déborah Irineu. Comunidade Quilombola do Cedro. Disponível em: <https://www.guiaturisticodegoias.com.br/cidades-turisticas/11-mineiros/atracoes-turisticas/12-comunidade-quilombola-do-cedro>. Acesso em: 05 de mar. 2024.

[14] THIAGO, Fernando. A comunidade quilombola do Cedro, Mineiros/GO: Etnobotânica e educação ambiental. Dissertação de mestrado. Universidade tal, 2011.

[15] BAIOCCHI, M de N. Negros de Cedro: Estudo Antropológico de um Bairro Rural de Negros em Goiás. São Paulo: Ática, 1983.

[16] Embaúba Play©. Negros do Cedro. Manfredo Caldas. Disponível em: <https://embaubaplay.com/catalogo/negros-do-cedro/>. Acesso em: 12 de mar. 2024.

[17] CANDAU, Joel. Memória e identidade. Trad. Maria L. Ferreira. São Paulo: Contexto, 2014.

Diagnóstico urbano ambiental: projeção de cenários atuais e futuros

Urban environmental diagnosis: projection of current and future scenarios

Patrícia Nery de Siqueira, bacharelanda em Engenharia Civil, Instituto Federal de
Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE – Campus Afogados da Ingazeira.
pns2@discente.ifpe.edu.br

Claudia Wanderley Pereira de Lira, doutora, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia
de Pernambuco - IFPE – Campus Afogados da Ingazeira.
claudia.lira@afogados.ifpe.edu.br

Resumo

Este estudo produz um diagnóstico urbano ambiental do recorte do bairro Manoela Valadares, município de Afogados da Ingazeira, no Sertão do Pajeú – PE, a partir do uso e ocupação e suas implicações ao equilíbrio ambiental. A metodologia aplicada para análise da área é integrada por: coleta de dados, sistematização em *Matriz SWOT*, projeção de cenários gráficos e proposição de diretrizes de desenvolvimento. O bairro escolhido, em potencial crescimento, destaca-se por ser composto de edificações residenciais de alto padrão, em que a brusca expansão é impulsionada pelo crescimento econômico, negligenciando questões ambientais, físico-sociais e infraestruturais, causando impactos negativos minimizáveis.

Palavras-chave: Expansão urbana; Uso e ocupação; Sustentabilidade; Urbanização

Abstract

This study presents an urban environmental diagnosis of the Manoela Valadares neighborhood, located in the municipality of Afogados da Ingazeira, in the Pajeú Valley - PE, Brazil, based on land use and occupation and their implications for environmental balance. The methodology applied for the area analysis consists of data collection, organization using a SWOT matrix, graphical scenario projection, and proposal of development guidelines. The chosen neighborhood, with potential for growth, stands out for its high-end residential buildings, where rapid expansion is driven by economic growth, neglecting environmental, socio-physical, and infrastructural issues, causing minimizable negative impacts.

Keywords: *Urban expansion; Land use and occupation; Sustainability; Urbanization.*

1. Introdução

O século XXI traz consigo a urgência das questões ambientais, pois, atualmente, ainda se observa os impactos negativos do desenvolvimento urbano pautado, principalmente, no crescimento econômico. Esse desenvolvimento começou a ser criticado em meados do século XX, no qual surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, ou seja, “(...) aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988). Tal modelo de desenvolvimento pretende minimizar os impactos negativos perceptíveis nas cidades inclusive através das paisagens que as constituem. Mas o que seria paisagem em termos de cidade? PELUSO JÚNIOR, (1991, p. 68) cita que “(...) A análise científica decompõe a paisagem em seus elementos e utiliza a Geografia para apreciá-los em conjunto”. Portanto, a paisagem pode traduzir o(s) processo(s) de desenvolvimento de uma área sob um marco temporal definido.

Planejar o desenvolvimento urbano ambiental na cidade é fator transformador e pode garantir a mudança no desenvolvimento. O X Fórum Mundial Urbano (UNHABITAT, 2020) afirma essa condição de mudança de desenvolvimento e o protagonismo das cidades para a implementação do desenvolvimento sustentável, aponta a responsabilidade social em relação a promoção desse no mundo urbanizado e alerta para as potencialidades (inclusão, resiliência, crescimento econômico, sustentabilidade e prosperidade) e fragilidades (pobreza, desigualdade de gênero, direitos humanos) intrínsecas as cidades. As escalas de transformação do ambiente natural são globais, regionais e locais, entretanto é na escala local que a mudança de paradigma pode, efetivamente, acontecer.

SANTOS (2008) entende urbanização como um produto histórico de construção e reconstrução atrelados a ciência, as técnicas científicas e a informação. Podendo ser entendido também como um processo que apresenta duas abordagens: a físico-espacial, referente ao crescimento físico, e a abordagem sócio cultural, referente às relações sociais e comportamentais vividas pelas aglomerações urbanas (STROHAECKER, 2007). Para Souza (2003, p.46), “(...) planejar significa tentar prever a evolução de um fenômeno ou, para dizê-lo de modo menos comprometido com o pensamento convencional, tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas. (...)”

As questões urbanas ambientais no Brasil e no sertão pernambucano também são pautadas, principalmente, pelo crescimento econômico. O objetivo geral desta pesquisa é elaborar um diagnóstico urbano ambiental de um bairro de Afogados da Ingazeira – PE a partir do uso e ocupação. Assim sendo, tem-se como objetivos específicos coletar dados e informações sobre as dimensões físico-espacial e ambientais da área estudada; sistematizar os dados em Matriz *Swot*; projetar cenários da área: atual e futuro; e propor diretrizes de desenvolvimento.

2. Metodologia

As atividades desenvolvidas foram estruturadas em cinco (05) etapas demonstradas detalhadamente no diagrama da Figura 1.

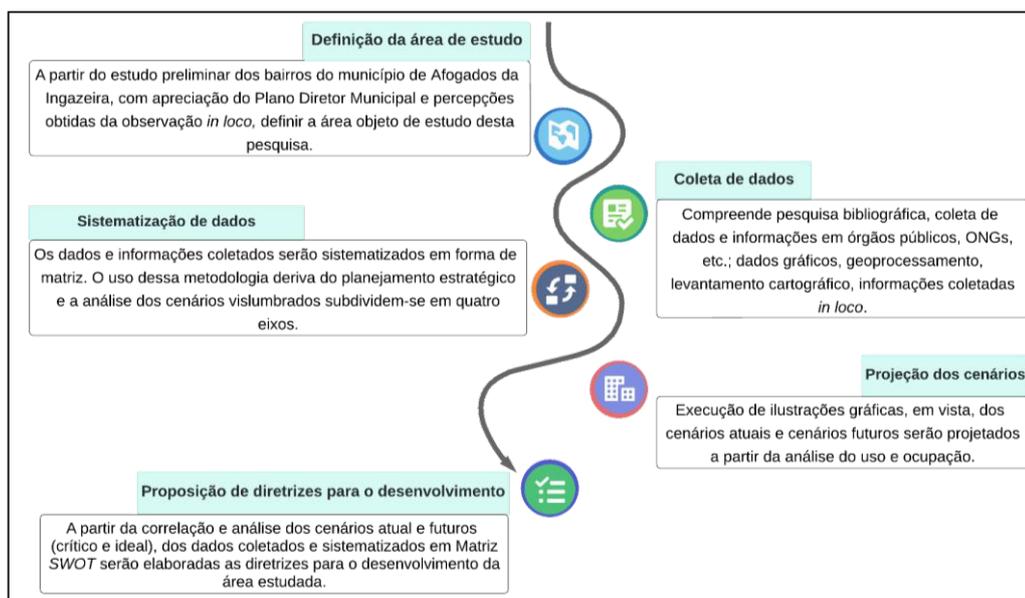


Figura 1: Diagrama da metodologia aplicada. Fonte: elaborado pelos autores.

3. Resultados e discussões

3.1 Definição da área de estudo

O recente bairro, Manoela Valadares, localizado no Sertão Pernambucano, com área aproximada de 97.423,73 m², horizontalizado de até 3 pavimentos, detém um crescimento urbano acelerado, de categoria residencial e intenso processo construtivo em curso: o que levou a definir essa área, compreendida por seis ruas, expostas na Figura 2, como objeto de estudo.

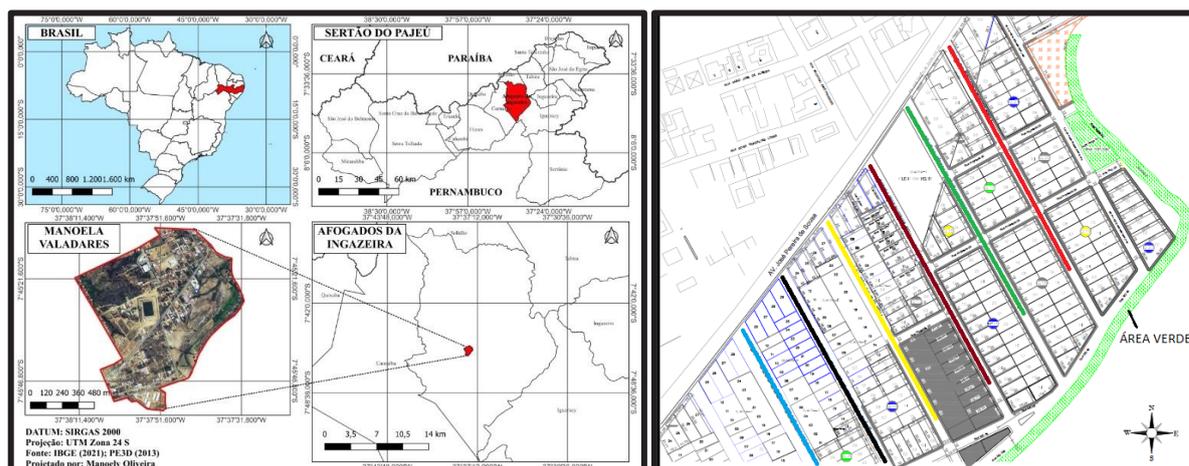


Figura 2: Mapas da área. Fonte: Adaptado de M. OLIVEIRA; P. N. SIQUEIRA; J. A. HENRIQUES; K. F. R. DAMASCENA (p.04, 2022).

3.2 Coleta de dados

1. Pesquisa bibliográfica: definição de conceitos correspondentes à pesquisa e à literatura conceituada;

2. Dados documentais:
 - 2.1. Legislação municipal: Parcelamento de solo e Plano diretor;
 - 2.2. Dados Vetoriais – UNIBASE de Afogados da Ingazeira;
 - 2.3. Lei Nº 12.587/12 Política Nacional de Mobilidade Urbana;
 - 2.4. Lei 11.445/07 Lei Federal do Saneamento Básico;
 - 2.5. NBR 9050 (BRASIL, 2020);
 - 2.6. Censo IBGE;
 - 2.7. Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco Conselho de desenvolvimento de Pernambuco (Condepe/Fidem);
 - 2.8. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) - Afogados da Ingazeira (2014);
3. Levantamento fotográfico in loco;
4. Levantamento de informações in loco, coleta e preenchimento de ficha com moradores.
 - 4.1. Dados sobre o saneamento básico: dias de abastecimento de água, coleta de resíduos, meio de coleta e tratamento de efluente.

3.3 Análise estrutural dos trechos

No levantamento de 2010, a base de dados do estado (BDE), evidencia que cerca de 75% da população compõe a área urbana da cidade de Afogados da Ingazeira. Como a população aumentou cerca de 12% para o ano de 2022 (Censo IBGE, 2022), esse incremento populacional também impactou a área urbana. E conseqüentemente, aumenta-se as solicitações infraestruturais. Para a Universidade de São Paulo (USP, 1997), Infraestrutura Urbana pode ser conceituada como “um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções ser vistas sob os aspectos social, econômico e institucional”.

Os problemas provenientes da urbanização não planejada, tornam-se evidentes, nos quais a ausência de infraestrutura básica, arborização, equipamentos urbanos de lazer (como praças e parques), o tratamento dos resíduos, dentre outros, são impactos negativos que devem ser tratados com políticas públicas. Tais ideais deveriam estar em consonância com o compromisso brasileiro na Agenda de 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) em referência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), instituídos em 2015 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, precisamente os 06, 09 e 11; que tratam de saneamento, cidades e comunidades sustentáveis, e infraestrutura, respectivamente.

No quadro 1, as carências observadas foram pontuadas de forma mais geral, em relação a cada trecho analisado, considerando o conceito de infraestrutura, as legislações vigentes, apoio na coleta de informações de moradores e acervo fotográfico.

Quadro 1: Análise de diversas perspectivas trecho a trecho

TRECHOS	ITEM				EIXO OBSERVADO				
	Gestão	Infraestrutura e manutenção	Planejamento institucional e capacitação	Segurança e fiscalização	A + MU	LP + MRS	DR + MAF	ES	AR B
Trecho 01 – Rua Padre Luiz Góes	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Trecho 02 – Rua Agapto Vieira da Silva	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

Trecho 03 – Rua Marcos Chateaubriand	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Trecho 04 – Rua Valdevino José Praxedes	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Trecho 05 – Rua José Marques de Araújo	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Trecho 06 – Laura Ramos de Brito	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

Fonte: Adaptado do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)-Afogados da Ingazeira (2014)

Legenda:

- A + MU: acessibilidade e mobilidade urbana
- LP + MRS: limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos
- DR + MAF: drenagem urbana e manejo de águas pluviais
- ES: esgotamento sanitário
- ARB: arborização
- ⊗: itens e/ou eixos carentes
- ✓: itens que atendem às normas

3.4 Matriz Swot

Por se tratar de uma ferramenta administrativa comumente aplicada à gestão e ao planejamento estratégico de cruzamento de dados, nesta pesquisa a matriz é o suporte para análise ambiental macro e micro, empregada para auxiliar a visualização dos cenários sob quatro eixos: econômico, infraestrutura, socioambiental e territorial, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2: Matriz Swot

Ambiente Interno		
	Forças	Fraquezas
Economia	- Mercado imobiliário aquecido; - Aumento de imóveis em construção de alto padrão.	- Alto custo aquisitivo dos imóveis; - Pouco incremento econômico
Infraestrutura	- Ruas setorizadas; - Localização geográfica privilegiada no bairro. - Cerca de 33% das calçadas com largura dentro do mínimo exigido pela lei municipal. - Largura da maioria das ruas, dentro do mínimo exigido pelo plano diretor; - Potencial para moradia fixa;	- Aproveitamento máximo do terreno; - Ausência de pavimento em cerca 80% das ruas; - Pouca iluminação artificial; - Ruas com declividade acentuada; - Crescimento não ordenado; - Ventilação prejudicada pelos altos muros; - Distante do centro comercial; - Altos muros estimulam a insegurança; - Predomínio de plantas que favorecem a erosão; - Tubulação de efluente exposta em via pública - Calçadas/passeios não acessíveis 2ª NBR 9050;

	- Potencial incremento paisagístico;	- Pouca arborização/vegetação. - Drenagem urbana ineficaz.
Socioambiental	- Potencial para desenvolver/implantar projetos sustentáveis; - Tornar o ambiente acessível; - Plantas árvores que valorizem o cenário e amenizem o clima - Espaço para implantação de parques e áreas de convivência; - Potencial para abrigar calçadas acessíveis.	- Ampliação da segregação espacial; - Ausência de tratamento de esgotamento sanitário; - Ausência de local para coleta dos resíduos sólidos; - Ausência de áreas verdes e de lazer; - Baixa taxa de arborização; - Alta presença de resíduo sólido comum; - Ausência de práticas sustentáveis; - Descarte irregular de resíduos de construção; - Construções abandonadas, insegurança; - Desvalorização da paisagem natural; - Manejo conjugado resíduos comuns/construção.
Territorial	- Ruas afastadas do centro comercial; - Circunvizinhança: escola e estádio.	- Uso, predominante, residencial.
Ambiente Externo		
	Oportunidades	Ameaças
Economia	- Potencial incremento ocupacional; - Situadas em município com comércio e serviços diversificados no setor primário e polo logístico e microrregional de serviços.	- Cidade vizinha com maior desenvolvimento e PIB. - Há loteamentos limítrofes valor de aquisição mais acessível; - Especulação imobiliária crescente no município.
Infraestrutura	- Situadas em município com 2º maior PIB do Pajeú.	- Outro bairro com coleta e tratamento de efluente;
Socioambiental	- Situada em cidade com IDHM médio; - Paralelas à escola infanto-juvenil; - Projetos de lei que reordene a área residencial de forma sustentável; - Inserção de política ambiental.	- Cidade circunvizinha com maior IDHM e acesso à saúde diversificado;
Territorial	-	- Processo migratório acelerado.

Fonte: elaborado pelos autores.

3.5 Projeção de cenários atuais e futuros

Os cenários foram construídos no *software Autocad*, em função de trechos mais característicos, em vista, de uma face das ruas, como reflexo da *Matriz Swot* e da metodologia adaptada do Projeto Orla (2002) que traduz a construção de cenários como uma constatação dos usos dos espaços e, para cada situação indesejável deste uso e recursos, desenvolver uma situação desejada a se alcançar.

3.5.1 Cenário 01 – projeção dos trechos atuais

Nessa representação alguns pontos foram destacados: a declividade das ruas, falta de arborização e sombra é notória e incide negativamente na paisagem e no conforto térmico da área; Grandes muros dando sensação de insegurança e paisagem de grandes extensões de concreto, com pouca vegetação, o que imprime uma paisagem insegura e segregadora.



Figura 3: Cenário 01. Fonte: elaborado pelos autores.

3.5.2 Cenário 02 – Projeção futura sem intervenção positiva

A projeção dos cenários futuros parte do pressuposto da continuidade das características atuais, sem nenhuma intervenção de melhoria no processo de crescimento urbano.



Figura 4: Cenário 02. Fonte: elaborado pelos autores.

3.5.3 Cenário 03 – Projeção futura sustentável

Para esta projeção as diretrizes de desenvolvimento foram aplicadas, priorizando um ambiente urbano que esteja em harmonia com as características paisagísticas, mostrando; áreas verdes, cobertura arbórea contínua, coleta seletiva de resíduos, remanejamento de resíduos de construção civil, tapumes nas construções, os muros não necessitam ser tão altos e fechados - coexistindo uma relação espaço público e privado. Sendo assim, a proposta corrobora com o conceito de “Tradição de morar bem”, apresentado pelo arquiteto Armando de Holanda, em o Roteiro para construir o Nordeste (2018, p.45), ao afirmar que “a arquitetura dita sustentável deve ter uma continuidade com as práticas culturais, incluindo particularmente nossa relação com o clima da região perpassando sua continuidade com a cidade, fazendo com o que as árvores se prolonguem articuladas com ruas, casas e praças”.



Figura 5: Cenário 03. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Diretrizes de desenvolvimento

Os caminhos para o desenvolvimento desta área pretendem embasar políticas públicas e são aqui intitulados de diretrizes, compostas de dez (10).

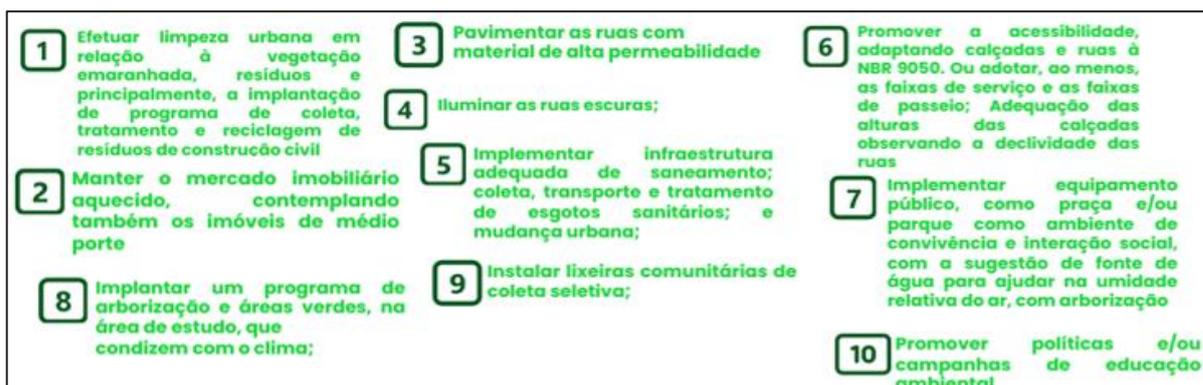


Figura 6 :As dez diretrizes de desenvolvimento. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Conclusão

A área dispõe de uma infraestrutura urbana que não acompanha o crescimento, tampouco se apoia nos princípios da sustentabilidade. Todo o bairro, assim como os trechos analisados, apresenta elevada disponibilidade de lotes, entretanto, poucos são os equipamentos de comércio e lazer que oferecem suporte ao bairro. A mobilidade urbana e a acessibilidade não estão adaptadas às normas vigentes nacionais e municipais, em sua maioria.

Para uma mudança significativa do cenário atual, se faz necessário a implementação de medidas urgentes, pautadas no uso e ocupação do solo sob a ótica da sustentabilidade, visando a expansão urbana com equipamentos funcionais que subsidiem o desenvolvimento do ponto de vista ambiental, social, econômico e físico-espacial, tais como: equipamentos de suporte lazer e comércio, cobertura arbórea, entre outros.

Referências

- [1] CMMAD. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988, 46p.
- [2] PELUSO JÚNIOR, Victor Antonio. Paisagens catarinenses. Aspectos geográficos de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 1991. 284p.
- [3] UNHABITAT. **The Tenth Session of the World Urban Forum**. Abu Dhabi: UEA, 2020. Disponível em: <https://unhabitat.org/report-of-the-tenth-session-of-the-world-urban-forum>. Acesso em 30 mar. 2024.
- [4] SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. 5. ed., 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- [5] STROHAECKER, Tânia Marques. **A Urbanização no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul: Contribuição para a Gestão Urbana Ambiental do Município de Capão da Canoa**. Tese (Doutorado em Geociências). Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio do Sul, Porto Alegre, 2007.
- [6] SOUZA, M. L. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993. 83p.
- [7] M. OLIVEIRA; P. N. SIQUEIRA; J. A. HENRIQUES; K. F. R. DAMASCENA. Construction and demolition waste and their urban impacts: a case study in the neighborhood Manoela Valadares – Afogados da Ingazeira- PE, 2022. 9p.
- [8] Universidade da cidade de São Paulo (USP), **Infra-Estrutura Urbana**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4530014/mod_resource/content/1/TTInfraestrutura17.pdf> Acesso em 30 de julho 2023.
- [9] **Base de dados do Estado (BDE)**. Disponível em <http://www.bde.pe.gov.br/estruturacao geral/conteudo_site2.aspx> Acesso em 22 de jan. de 2023
- [10] **Plano municipal de saneamento básico de Afogados da Ingazeira (2014)**. Disponível em: <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/03/P8-Afogados-da-Ingazeira-19-08-2015.pdf>. Acesso em 17 de julho de 2023.
- [11] PROJETO ORLA: fundamentos para gestão integrada. Brasília: MMA/SQA; Brasília: MP/SPU, 2002. 78p.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020.
- [13] Holanda, Armando de. **Roteiro para construir o Nordeste: Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados**. 3. ed. Brasília, 2018. 100 p.

Análise da Eficiência Energética de Abrigos Emergenciais em Estruturas WikiHouse na Zona Bioclimática 2

Analysis of the Energy Efficiency of Emergency Shelters in WikiHouse Structures in Bioclimatic Zone 2

Gustavo Fernandes, Arquiteto e Urbanista, Coordenador de Atuação Governamental Cincatarina

guto.fernandesdb@gmail.com

Lara Lima Felisberto, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Doutoranda na Universidade Federal de Santa Catarina

laralimafelisberto@gmail.com

Juliana Aparecida Biasi, Mestre em Engenharia Civil, Docente na Universidade do Oeste de Santa Catarina

juliana.biasi@unoesc.edu.br

Resumo

O aumento dos eventos climáticos está levando milhares de pessoas ao desabrigo. Esta pesquisa propõe a criação de abrigos emergenciais baseados na eficiência energética da Zona Bioclimática 2 de Santa Catarina, devido à sua predominância no estado. Ao utilizar o sistema WikiHouse, os protótipos demonstraram uma eficiência satisfatória, destacando-se pelo emprego de condicionamento passivo. Tanto o resfriamento quanto o aquecimento das edificações apresentaram um bom desempenho, tornando viável o modelo proposto. Conclui-se que este abrigo representa uma solução aplicável diante dos desafios climáticos na região, promovendo resiliência frente a tais eventos.

Palavras-chave: Abrigo temporário; Eficiência energética; Prototipagem

Abstract

The increase in climate events is leading thousands of people to homelessness. This research proposes the creation of emergency shelters based on the energy efficiency of Bioclimatic Zone 2 in Santa Catarina, due to its predominance in the state. Using the WikiHouse system, the prototypes demonstrated satisfactory efficiency, notably through the use of passive conditioning. Both the cooling and heating of the buildings performed well, making the proposed model viable. It is concluded that this shelter represents an applicable solution to the climate challenges in the region, promoting resilience in the face of such events.

Keywords: Temporary shelter; Energy efficiency; Prototyping

1. Introdução

O processo desalinhado e crescente de urbanização no Brasil tem levado ao surgimento de espaços caracterizados por desigualdade e segregação socioespacial nas cidades (Boareto, 2008; Silva et al., 2014) [1] [2]. Essa dinâmica resulta na proliferação de vazios urbanos e áreas degradadas, tanto em termos físicos quanto econômicos, que podem contribuir para a ocorrência de diversos desastres naturais. Os impactos mais graves desses desastres tendem a afetar principalmente os grupos populacionais que residem em áreas geográficas mais vulneráveis (Freitas; Ximenes, 2012) [3].

No estado de Santa Catarina, é frequente a ocorrência de eventos atmosféricos severos, como chuvas intensas e inundações nos vales dos numerosos rios que cortam seu território. Esses eventos têm resultado em múltiplos casos de calamidade e deslocamento de pessoas (Herrmann, 2006) [4]. Portanto, torna-se essencial compreender como a arquitetura e o urbanismo podem auxiliar nestes momentos, agindo de forma rápida e em consonância com os princípios da sustentabilidade para prover abrigo e assistência às comunidades afetadas.

A arquitetura Open Source surge como uma alternativa viável para lidar com tais situações. Esse conceito envolve o compartilhamento aberto de projetos habitacionais digitais, nos quais qualquer pessoa pode acessar, baixar e adaptar conforme necessário. O objetivo é agilizar a construção de moradias emergenciais, oferecendo uma abordagem rápida, acessível, gratuita e ambientalmente consciente (Secchi, 2019) [5]. Dentro desse contexto, o sistema construtivo WikiHouse se destaca como uma opção para a aplicação no estado de Santa Catarina, por conta de sua praticidade, agilidade e eficiência na montagem.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é realizar uma análise da eficiência energética da Zona Bioclimática 2, predominante no estado de Santa Catarina, para a aplicação de protótipos de abrigos habitacionais criados com base no sistema construtivo WikiHouse, desenvolvido por Alastair Parvin e Nick Lerodiconou.

O trabalho foi dividido em três etapas distintas: a elaboração de protótipos de habitações temporárias em diferentes tamanhos, visando atender às necessidades de diversos tipos de famílias; a realização do cálculo e a definição da envoltória com maior eficiência energética; o cálculo da eficiência energética de cada uma das fachadas dos módulos para definir a posição solar mais eficiente.

2. O Sistema Construtivo WikiHouse

O sistema construtivo Wikihouse faz parte da ferramenta de código aberto, onde qualquer pessoa tem acesso aos arquivos das casas fabricadas digitalmente e disponibilizadas na *web*, podendo baixar e cortar as peças em laboratórios de prototipagem e fabricação digitais. Devido à sua praticidade, esse sistema tem sido usado com frequência na habitação de interesse social, especialmente em casos de emergências (Passaro; Rohde, 2016) [6].

O sistema WikiHouse, oriundo da arquitetura de código aberto, baseia-se em uma licença creative-commons desenvolvida em 2011, por Alastair Parvin e Nick Lerodiconou, onde pórticos são formados a partir de componentes encaixados, geralmente compensados navais, OSB ou MDF, posteriormente cortados em máquinas CNC com cortador a laser (Nardelli; Backheuser, 2016) [7]. Atualmente, o sistema já se espalhou para o mundo todo, com diversos prótítipos em alguns países, bem como Small House desenvolvido na Mongólia e o HereEast Studios na Inglaterra.

O processo de construção do sistema, é conhecido como *Wren* (Figura 1) e atualmente se encontra na versão 4.3. Este sistema surgiu após colaborações entre Arquitetura 00, Arup Associates, Momentum Engineering, Space Craft Systems, entre outros. As organizações utilizam softwares BIM e consequentemente o projeto compreende um modelo virtual 3D a partir do qual desenhos de trabalho, instruções de montagem e construção informações podem ser extraídas (Edward, 2018) [8].

Na tecnologia *Wren*, segundo Prest (online) [9], os componentes do sistema são fabricados em um maquinário CNC usando painéis de madeira (normalmente, madeira laminada colada), posteriormente são encaixados conforme manual *Wren*, no qual outros componentes, bem como os revestimentos, as janelas e portas, são encaixados (Figura 1).

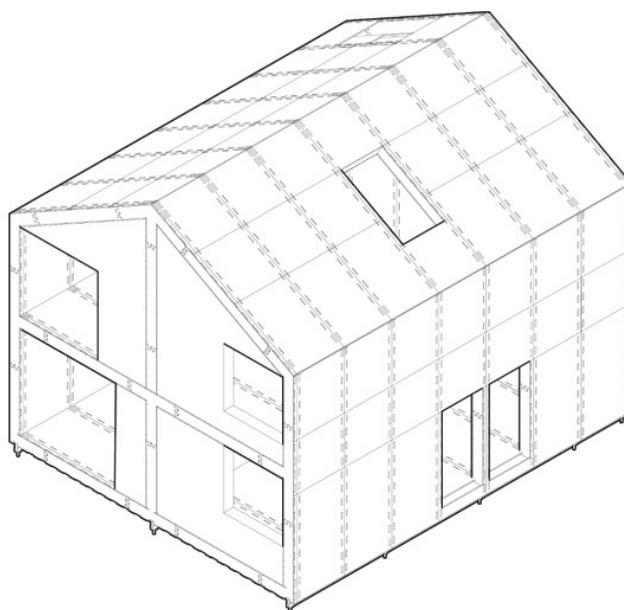


Figura 1: Estrutura do Sistema *Wren* utilizado por Parvin e Lerodiaconou. Fonte: Prest (online) [9].

3. Procedimentos Metodológicos

Para realizar a análise da eficiência energética na Zona Bioclimática 2, foram delimitadas três etapas: a concepção de quatro protótipos de abrigos emergenciais, a avaliação da eficiência da envoltória mais eficaz para esses abrigos e a determinação da eficiência energética de cada uma das fachadas. Todos os cálculos apresentados foram realizados com base no RTQ-R (Regulamento Técnico Da Qualidade Para O Nível De Eficiência Energética Edificações Residenciais) (Inmetro, 2012) [10]

3.1 Customização das plantas baixas

Foram elaborados quatro protótipos de plantas baixas de abrigos emergenciais, utilizando de modulações adaptáveis conforme o número de usuários. Estas foram denominadas Hab II, Hab III, Hab IV e Hab V, conforme o número de moradores que cada uma comporta. O dimensionamento dos ambientes propostos foi realizado com base em estudos de caso de projetos desenvolvidos no sistema construtivo WikiHouse e que utilizam a mesma função de abrigo emergencial, como o Warrander Studio, na Nova Zelândia (Makers of Architecture, 2021) [11] e o protótipo Casa Revista (Passaro

e Rohde, 2016) [6], realizado pelo LAMO3D da FAU-UFRJ. As análises foram baseadas nas plantas baixas desenvolvidas.

3.2 Definição e avaliação da envoltória

A definição da espessura dos painéis duplos de vedação para avaliação foi norteada a partir de dimensões disponíveis no mercado, buscando diminuir os recortes e o desperdício de material. Portanto, a chapa de madeira utilizada foi o compensado naval de MDF com dimensões de 250 x 160 x 1,8 cm. Além disso, na proposta inicial de Ierodiaconou e Parvin, foi verificado um padrão de repetição formal para a espessura das paredes, onde se repetia 28,6 cm para toda a edificação. Por este motivo, manteve-se a mesma dimensão, a fim de seguir o padrão proposto do sistema construtivo.

A partir desta definição, foi possível selecionar quatro composições de revestimento interno para acrescentar espessura e resistência térmica à edificação, de forma a compensar a baixa capacidade térmica do compensado. Foram realizados estudos com diferentes materiais, visando obter uma boa eficiência energética, com preocupação com o custo e a transmitância térmica do mesmo. Além disso, foi utilizado lona como revestimento externo.

Definidos como painéis P1, P2, P3 e P4, todos são compostos de fechamento em compensado naval de madeira de 18 mm. O painel P1 é composto por duas chapas de compensado (interno e externo) e uma câmara de ar de 214 mm, não ventilada. O painel P2 apresenta o acréscimo de lã de vidro preenchendo no lugar da câmara de ar, bem como o painel P3 e P4, onde a substituição se deu pela lã de rocha e EPS, respectivamente.

A partir disso, realizaram-se os cálculos da eficiência energética para cada um dos materiais, com o objetivo de descobrir qual é o melhor para aplicar posteriormente nos abrigos emergenciais. Nessa etapa, foram analisados três elementos para compreender a eficiência dos materiais: a absorvância solar, a transmitância térmica e a capacidade térmica. Para isso, foram utilizados os pré-requisitos estabelecidos para a Zona Bioclimática 2 conforme o RTQ-R, como está ilustrado na Tabela 1 (Inmetro, 2012) [10].

Tabela 1: Pré requisitos para de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para a Zona Bioclimática 2

Zona Bioclimática	Componente	Absorvância Solar (adimensional)	Transmitância Térmica [W/(m ² /K)]	Capacidade térmica [kJ/(m ² /K)]
ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,30$	Sem exigência

Fonte: Adaptado de Inmetro, 2012 [10].

3.3 Determinação da Eficiência Energética dos Protótipos Habitacionais

Com os dados anteriores é possível calcular o equivalente numérico da envoltória da Unidade Habitacional Autônoma, neste caso, quando ventilada naturalmente. Para isso utilizou-se o método prescritivo de cálculo da envoltória. Para chegar nesta etapa, ainda é necessário calcular o indicador de Graus-Hora para Resfriamento e o Consumo Relativo para Aquecimento de cada protótipo, cálculos que

foram realizados. Após esse cálculo, haverá a equação para determinar o equivalente numérico da envoltória para a Zona Bioclimática 2, sendo esta:

$$EqNumEnv = 0,44 \times EqNumEnvResfr + 0,56 \times EqNumEnvA$$

ONDE:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória da UH;

EqNumEnvResfr: equivalente numérico da envoltória da UH para resfriamento;

EqNumEnvA: equivalente numérico da envoltória da UH para aquecimento.

3.3.1 Determinação do Sistema de Aquecimento de Água – EqNumAA

É necessário calcular o Sistema de Aquecimento de Água, e segundo a normativa NBR 15220-2, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, não é aceitável a ausência de sistema de aquecimento de água instalado na UH. Portanto, como utilizou-se somente chuveiro elétrico para aquecer a água no processo de criação das habitações sociais, nestes casos é atribuído o menor nível possível (nível E). Como consequência disto, para todos os cálculos, utilizou-se 1 para a EqNumAA. A justificativa para tal utilização é o custo, pois a utilização de um aquecimento de água eleva as despesas, sendo o objetivo principal do trabalho, desenvolver habitações sociais pós-catástrofes principalmente para indivíduos de baixa renda.

3.3.2 Determinação das Bonificações

Outro fator importante é analisar as bonificações, que tem o objetivo de aumentar a eficiência da UH, podendo receber até um ponto e meio na classificação geral. A bonificação total alcançada é a somatória das bonificações obtidas em cada item, através da equação realizada.

3.3.3 Esquadrias

Dentro da criação dos protótipos, também foi necessário identificar as especificações das esquadrias utilizadas no projeto, para que pudessem ser classificadas para os cálculos, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros Específicos das Esquadrias

J1 - Janela basculante de PVC		J3 - Janela basculante de PVC	
Altura (m)	1,20	Altura (m)	1,20
Largura (m)	1,50	Largura (m)	1,60
Área (m ²)	1,80	Área (m ²)	1,92
Área de Ilum. (m ²)*	1,44	Área de Ilum. (m ²)*	1,536
Área de Vent. (m ²)*	1,44	Área de Vent. (m ²)*	1,536

*Utilizou-se 80% da área de cada esquadria para cálculo, por ser do tipo basculante.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

4. Resultados e Discussões

Com a seleção de quatro composições de revestimento interno foi calculado a absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica (Tabela 3) para cada um dos quatro materiais, encontrando a composição entre compensado de madeira, lã de rocha e a lona (P3) com o melhor resultado, atingindo os pré-requisitos da Tabela 1 para a Zona Bioclimática 2.

Tabela 3: Absortância solar, transmitância térmica e capacidade térmica das composições P1, P2, P3 e P4

Composição	Componente	Absortância Solar (adimensional)	Transmitância Térmica [W/(m ² /K)]	Capacidade térmica [kJ/(m ² /K)]
P1	Parede	0,2	1,20	99,54
	Cobertura	0,2	1,15	99,62
P2	Parede	0,2	0,18	114,24
	Cobertura	0,2	0,18	114,32
P3	Parede	0,2	0,18	131,04
	Cobertura	0,2	0,18	131,12
P4	Parede	0,2	0,16	110,06
	Cobertura	0,2	0,16	110,19

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Conforme as etapas previamente abordadas, foram realizados cálculos de eficiência para cada protótipo de abrigo desenvolvido. Os protótipos foram denominados como Hab II, Hab III, Hab IV e Hab V, de acordo com o número de dormitórios em cada um, visando atender famílias de diferentes tamanhos.

Após a escolha do material, foram realizados os cálculos para cada uma das fachadas dos quatro módulos desenvolvidos. A planta baixa e os resultados do módulo Hab II estão expostos na Figura 2. É possível observar que a melhor posição do norte para esse módulo é voltada para a fachada esquerda, especialmente durante o verão. O sistema de aquecimento de água demonstrou ser pouco eficiente em todos os módulos devido a escolha do chuveiro elétrico para e o índice adotado, justificado nos procedimentos metodológicos.

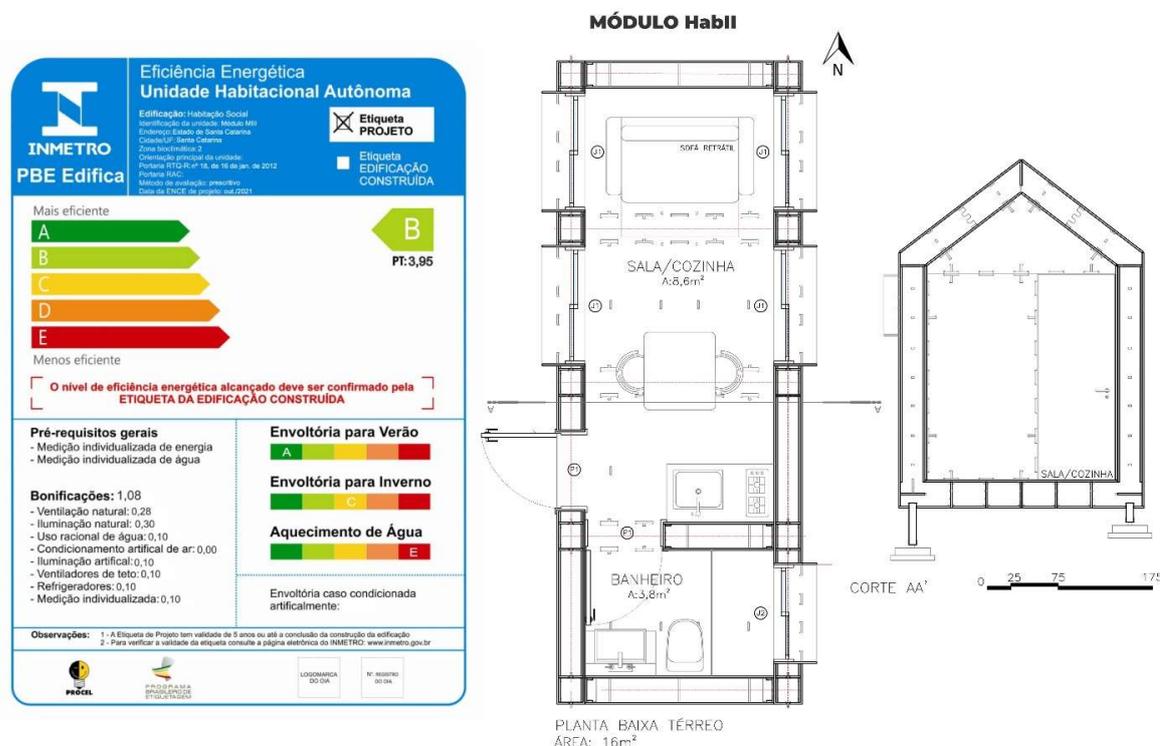


Figura 2: Resultados da eficiência energética do módulo Hab II. Fonte: Os autores, 2024.

O módulo Hab III é ilustrado na Figura 3, com sua composição destinada a uma família de três membros, com os cálculos de eficiência energética, definiu-se que a melhor posição do

norte é voltada para a fachada esquerda ou frontal, ambos com um PTHuh de 3,74. Esse módulo, diferente do anterior, apresenta-se mais eficiente durante o inverno.

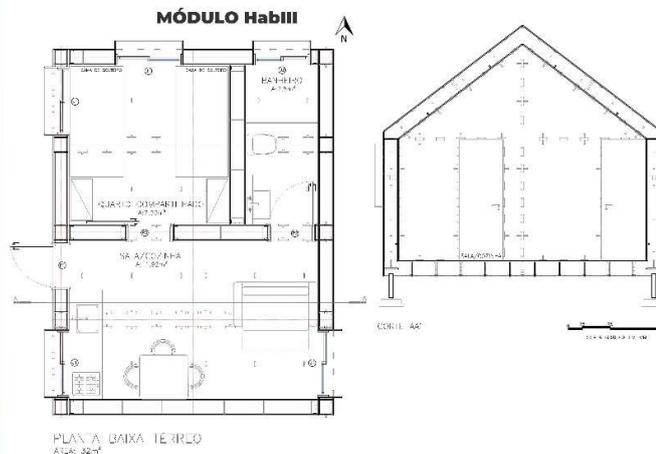


Figura 3: Resultados da eficiência energética do módulo Hab III. Fonte: Os autores, 2024.

Já os módulos Hab IV e Hab V (Figuras 4 e 5), apresentaram resultados similares, com uma eficiência energética satisfatória tanto para o verão quanto para o inverno. Assim, definiu-se que a melhor posição do norte é voltada para a fachada direita, com um PTHuh de 4,05.

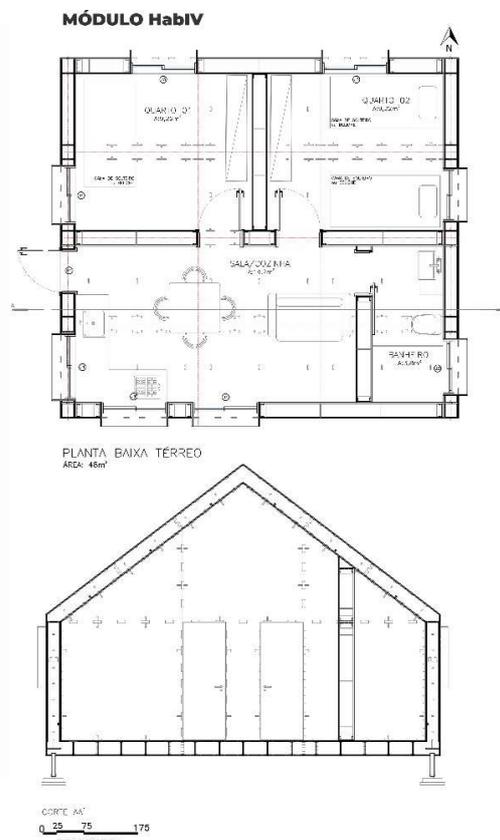


Figura 4: Resultados da eficiência energética do módulo Hab IV. Fonte: Os autores, 2024.

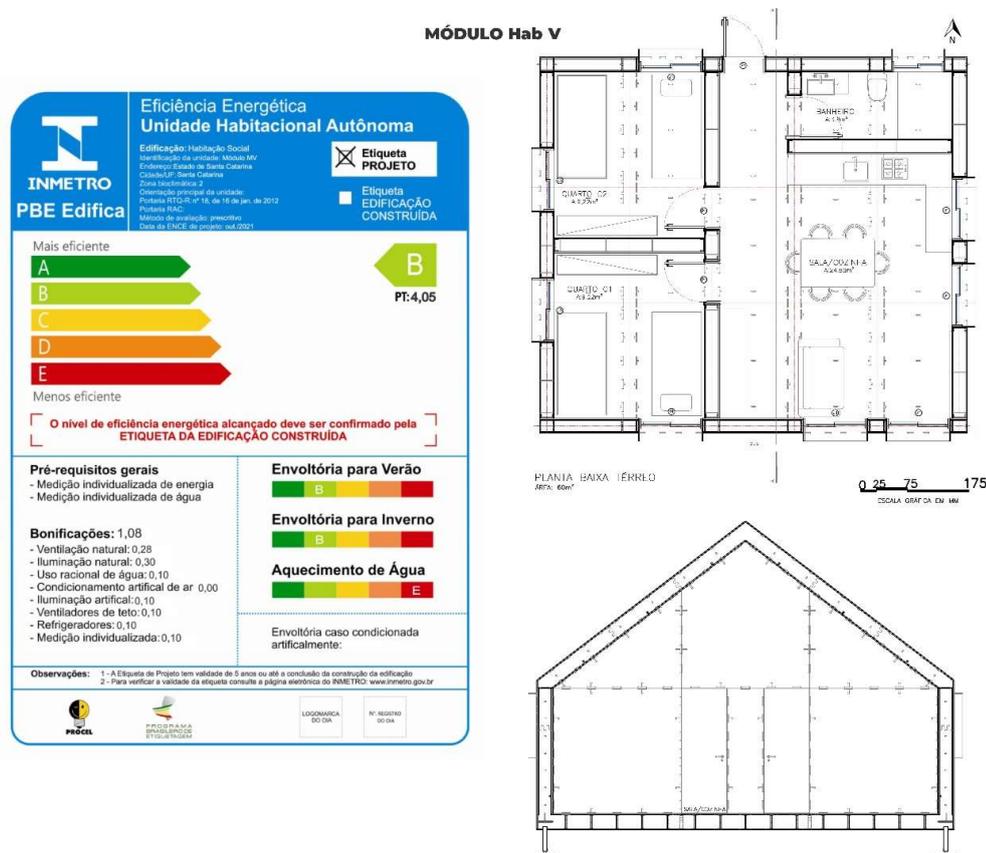


Figura 5: Resultados da eficiência energética do módulo Hab V. Fonte: Os autores, 2024.

5. Considerações Finais

Este artigo apresentou os resultados e discussões acerca da avaliação da envoltória de protótipos, com base no sistema construtivo WikHouse, para a Zona Bioclimática 02, aplicando-se o método prescritivo do RTQ-R.

Esta primeira avaliação limitou-se a identificar qual, entre quatro materiais, apresentou melhor eficiência energética, sendo este a lã de rocha (P3), quando utilizada com as placas de compensado naval e lona, em comparação a utilização de câmara de ar (P1), lã de vidro (P2) e EPS (P4).

Outrora, foi necessário realizar cálculos nas quatro rotações solares, a fim de identificar o melhor posicionamento do mesmo, pois esta variação implica na variação do desempenho da envoltória, e conseqüentemente, da eficiência energética dos módulos. Além disso, foram utilizados somente meios de condicionamento passivos (ventilação natural, isolamento térmico, iluminação natural e ventilação cruzada). Apesar disso, os módulos apresentaram bons resultados para resfriamento e aquecimento das edificações. Ainda, foi necessário utilizar ventilação cruzada, como previsto em normas, auxiliando na melhora do Indicador de Graus-Hora para Resfriamento, GHR.

Ainda, é necessário enfatizar que é indispensável a conceitualização do desenvolvimento sustentável em todos os níveis, especialmente às edificações, pois influenciam diretamente no consumo de recursos e no conforto e saúde de seus usuários. Até então poucos profissionais levavam em consideração os contextos urbano, geográfico e climático em seus projetos, tirando partido da iluminação e ventilação naturais e aproveitando as condições climáticas da região, a orientação solar, os ventos predominantes e as condições do entorno.

Referências

- [1] BOARETO, Renato. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. **Revista dos Transportes Públicos**, p. 143–160, 2008. Recuperado de <https://files.antp.org.br/2016/4/7/revista-completa-119.20.pdf>
- [2] SILVA, José Adailton Barroso; BARROSO, Rita de Cássia Amorim; RODRIGUES, Auro Jesus; COSTA, Silvania Santana; FONTANA, Raphael Luiz Macêdo. A urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais. **Caderno De Graduação - Ciências Humanas E Sociais – UNI SERGIPE**, v. 2, n. 2, p. 197–207, 2014. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1723>
- [3] FREITAS, Carlos Machado de; XIMENES, Elisa Francioli. Enchentes e saúde pública - uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. **Ciência & Saúde coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1601–1615, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600023>
- [4] HERRMANN, Maria Lucia de Paula. **Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina**. 1ª ed. Florianópolis: [s.n.], 2006.
- [5] SECCHI, Carla Cristina. **Arquitetura Open Souce: capacitação, criação e materialização com suporte de fabricação digital**. 2019. 172 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019b.
- [6] PASSARO, Andrés; ROHDE, Clarice. Casa Revista: arquitetura de fonte aberta. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 11, n. 2, p. 25–41, 2016. <https://doi.org/10.11606/gtp.v11i2.114437>
- [7] NARDELLI, Eduardo Sampaio; BACKHEUSER, Luiz Alberto Fresi. **Sistema Wikihouse aplicado ao Programa Minha Casa Minha Vida**. SIGraDi 2016, XX Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital. Anais...Buenos Aires, Argentina: 2016. Recuperado de: https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2016_461.pdf
- [8] EDWARD, David. Building Open-Source: To What Extent does WikiHouse Apply the Open-Source Model to Architecture? Dissertation: University of Kent, 2018.
- [9] PREST, Cleyton. **WikiHouse Project**. Recuperado de: <https://github.com/wikihouseproject>. Acesso em 09 mar. 2024.
- [10] INMETRO, INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Regulamento Técnico Da Qualidade Para O Nível De Eficiência Energética Edificações Residenciais**. Rio de Janeiro, 2012, 138 p.
- [11] MAKERS OF ARCHITECTURE. **Warrander Studio**. Recuperado de: <http://www.makersofarchitecture.co.nz/project/warrander-studio>.

Forças Regionais e Formas Urbanas: um estudo de projeção de crescimento

Regional Forces and Urban Forms: a study of growth projection

Izabele Colusso, Professora do Mestrado em Design Estratégico, UNISINOS

icolusso@unisinos.br

Janquiel Lessa Florencio Rodriguez, Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS

arq.janquiel@gmail.com

Luísa Denardi, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS

luisasd@edu.unisinos.br

Maria Schwingel, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS

mariadschwingel@edu.unisinos.br

Ana Julia da Silva, Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS

anajulias@edu.unisinos.br

Resumo

Discute-se a influência do sistema regional nas formas urbanas das cidades. A diferença de escala, do nível regional ao municipal, revela a necessidade de maior conexão entre estudos e a avaliação das influências entre diferentes escalas e impactos. A pesquisa propõe um roteiro metodológico, utilizando coleta de dados e construção de variáveis de interesse, fornecendo uma ferramenta útil para estudar os efeitos espaciais na agregação de modelos de interação espacial. A coleta de dados empíricos na Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), composta por 14 municípios com formas urbanas distintas, ilustra a pesquisa.

Palavras-chave: forças regionais, formas urbanas, estrutura interna da cidade.

Abstract

The influence of the regional system on the urban forms of cities is discussed. The difference in scale, from the regional to the municipal level, reveals the need for greater connection between studies and the evaluation of influences across different scales and impacts. The research proposes a methodological framework using data collection and the construction of variables of interest, providing a useful tool for studying spatial effects on the aggregation of spatial interaction models. The empirical data collection in the Metropolitan Region of Serra Gaúcha (RMSG), composed of 14 municipalities with distinct urban forms, illustrates the research.

Keywords: regional forces, urban forms, internal structure of the city

1. Introdução

A busca pelo entendimento das transformações espaciais geradas diante do aumento do número de pessoas que vivem em cidades, do consequente aumento do espaço urbanizado, dos impactos na questão de consumo de espaço, e assim, das novas formas urbanas é assunto perseguido por diversas pesquisas. O conceito de crescimento urbano parte de um processo demográfico e espacial, onde diversos fatores são agentes de transformação, dentre eles: questões econômicas, ambientais, culturais, climáticas e sociais, sendo abordado neste artigo apenas alguns dos possíveis fatores de mudança.

Nesta pesquisa, discute-se a possibilidade da influência que o sistema regional pode ter sobre as formas urbanas que as cidades tendem a assumir. A diferença de escala envolvida nesta visão, que vai desde a escala regional, passa pela escala municipal, e chega à escala intraurbana, e colocada esta conjuntura que apresenta a maneira como hoje se aborda forma urbana, cidade e região, verifica-se que os estudos carecem de uma maior conexão e avaliação das influências entre as diferentes escalas e impactos.

Em uma determinada região, as cidades crescem segundo critérios próprios e apresentam formas urbanas distintas: algumas mais compactas e outras mais dispersas. Cidades compactas têm uma forma urbana mais próxima de um círculo, enquanto cidades dispersas ou fragmentadas tendem à linearidade ou apresentam um desenho urbano fragmentado (Krafta, 2014).

O encaminhamento desta pesquisa se dá através da proposta de um roteiro metodológico, e verificações estatísticas e espaciais. O instrumento desenvolvido para obtenção de resultados foi a coleta de dados e construção de variáveis de interesse, que pode fornecer uma ferramenta útil para estudar a influência dos efeitos espaciais sobre a agregação de modelos de interação espacial e o quanto podem contribuir de diversas maneiras para realizações substanciais em estudos econométricos espaciais, além de sugerirem ferramentas estatísticas que inferem o valor, intensidade e hierarquia provável de fluxos médios a certos níveis de agregação de variáveis disponíveis reais e estimadas.

Como forma de ilustrar a pesquisa, foi escolhido um estudo de caso: a Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG), composta por 14 municípios que apresentam formas urbanas bastante distintas entre si (Figura 1).



Figura 1: Mapa da Região Metropolitana da Serra Gaúcha. Fonte: elaborado pelos autores.

Nesta pesquisa, foram utilizados dados topológicos, consistindo em informações matemáticas, correlacionadas com dados de transporte e população, e apresentados em tabelas e mapas axiais bidimensionais. Esta abordagem matemática oferece uma visão espacial da região. É importante destacar que, para este estudo, informações sobre relevo, uso do solo e ocupação não foram consideradas, com o objetivo de obter uma perspectiva mais simplificada e objetiva.

1. Forças Regionais e Formas Urbanas

Podemos afirmar que em uma determinada região, temos cidades que crescem segundo critérios próprios e se apresentam com formas urbanas diferentes, algumas mais dispersas e outras mais compactas. Existem diversas razões para estas formas urbanas apresentarem-se de maneira diferente, e estariam associadas com a produção e consumo do espaço urbanizado, como a eficiência da estrutura espacial, e com a consistência entre a infraestrutura, regulações e o espaço ocupado por determinada forma urbana (Bertaud, 2003).

Mas cidades pertencentes a uma mesma região, de similares características de estruturação urbana e econômica, acabam por apresentar distintas formas urbanas. A discussão da influência que o sistema regional tem sobre as formas urbanas que as cidades tendem a assumir poderia explicar a forma urbana derivada da posição relativa num aglomerado de cidades.

Segundo Favaro & Pumain (2011), as cidades devem estar relacionadas de alguma forma, porque pertencem à mesma distribuição estatística, envolvendo uma determinada taxa de crescimento média e desvio padrão, a qual gera uma implícita interdependência entre elas. Gersmehl (1970) relata que existiria um problema de escala na identificação dos fatores que afetam a interação entre duas cidades, pois barreiras à ocorrência dos fluxos devem ser consideradas, e existe uma grande influência dos vizinhos e das rotas existentes entre estas cidades. Isto decore do fato de que a interação entre duas cidades pode ocorrer em vários níveis e escalas diferentes.

O termo 'forma urbana' é associado a diversas situações e nesta pesquisa, o termo é empregado para tratar da forma geral da cidade, ou seja, o estado macroscópico, o resultado do processo de adaptação e transformação do ambiente num determinado momento.

Temos então uma região onde as cidades crescem e assumem formas distintas, e estas formas são tanto impulsionadas por forças internas existentes nas cidades e dependentes de fatores locais, quanto pela sua própria localização nesta região.

2. Procedimentos Metodológicos, elaboração das previsões de crescimento

Inicialmente, em etapas iniciais desta pesquisa, foi realizada coleta de dados com informações relativas às 14 cidades pertencentes à Região Metropolitana da Serra Gaúcha, sendo uma destas informações coletadas a direção de crescimento a partir do centroide (centro geométrico de cada uma das cidades). Os dados foram coletados em série temporal de 40 anos, com intervalos de 20 em 20 anos.

Para possibilitar uma melhor compreensão dos dados e facilitar a análise, elaborou-se uma segunda série de tabelas apenas com os dados relativos as direções de crescimento de cada município da RMSG, conforme Tabela 1, neste caso ilustrando apenas o município de Antônio Prado como exemplo do processo realizado para todas as 14 cidades. A tabela 1 apresenta os dados referentes à direção de crescimento, ilustrada pela letra “U”, referente a cada orientação (N para Norte, S para Sul, O para Oeste e L para Leste), para os anos de 1970, 1990 e 2010, e após, a diferença de crescimento para cada série, de 1970 a 1990, de 1990 a 2010, e depois, o

total de 1970 a 2010. As dimensões foram computadas em metros lineares e as diferenças, em percentuais.

Tabela 1: Dados sintetizados da cidade de Antônio Prado

Crescimento por Direção em Antônio Prado							
	1970	1990	2010	70-90	90-10	70-10	Direção
UN	665	848	861	27,52%	1,53%	29,47%	
US	794	967	1518	21,79%	56,98%	91,18%	Direção Sul: Farroupilha
UL	959	1333	1771	39,00%	32,86%	84,67%	Direção Sudeste: Caxias do Sul
UO	1168	1328	1677	13,70%	26,28%	43,58%	Direção Sudoeste: Bento Gonçalves

Fonte: elaborado pelos autores.

Em seguida foi aplicada a Planilha de Previsão, que gera dados previstos com base no histórico apresentado anteriormente. Essa ferramenta pode ser utilizada para analisar diversos tipos de projeções, e nesta pesquisa utilizamos para analisar o sentido de crescimento de cada município através das medidas da sua forma urbana já existente. Com isso, temos novas fases de expansão de urbana para os períodos de 2030 e 2050. Na próxima etapa, os dados obtidos foram adicionados a tabela de dados reorganizados, para podermos aplicar o comando novamente e obter a previsão de crescimento para 2070, conforme Tabela 4. Reaplicou-se a Planilha de Previsão, dessa vez incluindo os dados obtidos relativos a 2030 e 2050.

Após a obtenção de todos os dados necessários, estes foram reorganizados em uma nova tabela de Projeções Totais, onde fica visível a diferença de crescimento através da aplicação da fórmula de porcentagem. A última etapa foi a realização da subtração dos dados para poder medir a distância em metros no mapa, para cada direção de crescimento nos intervalos de tempo analisados, podendo por fim gerar uma tabela de previsão, individual para cada município conforme Tabela 2.

Tabela 2: Tabela de projeções totais da cidade de Antônio Prado

Projeções Totais de Crescimento por Direção em Antônio Prado									
	2030	2050	2070	2010-2030	2010 - 2030	2030-2050	2030 a 2050	2050-2070	2050 a 2070
Norte	980,96	1085,70	1189,03	13,93%	119,96	10,68%	104,74	9,52%	103,33
Sul	1831,16	2178,18	2528,32	20,63%	313,16	18,95%	347,01	16,08%	350,15
Leste	2168,73	2572,19	2976,19	22,46%	397,73	18,60%	403,46	15,71%	403,99
Oeste	1907,08	2154,09	2402,66	13,72%	230,08	12,95%	260,78	11,54%	248,57

Fonte: elaborado pelos autores.

3. Espacialização, ilustração e Análise da Verificação Espacial

A partir das tabelas que apresentaram as previsões de crescimento urbano, geradas por meio do Excel, empreendeu-se uma representação visual desses dados. O objetivo foi destacar as principais características, tais como a direção do crescimento, formato e áreas de conurbação.

Para alcançar esse propósito, foram desenvolvidos mapas utilizando o software QGIS. (QuantumGIS) Inicialmente elaborou-se um mapa geral contendo todas as 14 cidades e suas manchas de crescimento nos intervalos de tempo selecionados.

Também visando facilitar a compreensão dos dados e previsões obtidas foram elaborados mapas individuais para cada uma das 14 cidades que compõem a Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG). Esses mapas oferecem uma perspectiva clara das expansões previstas na mancha de crescimento urbano ao longo das faixas de transição de tempo selecionadas. Estas compreendem os períodos de 2010 até 2030, 2030 até 2050 e, por fim, 2050 até 2070, conforme Figura 2.

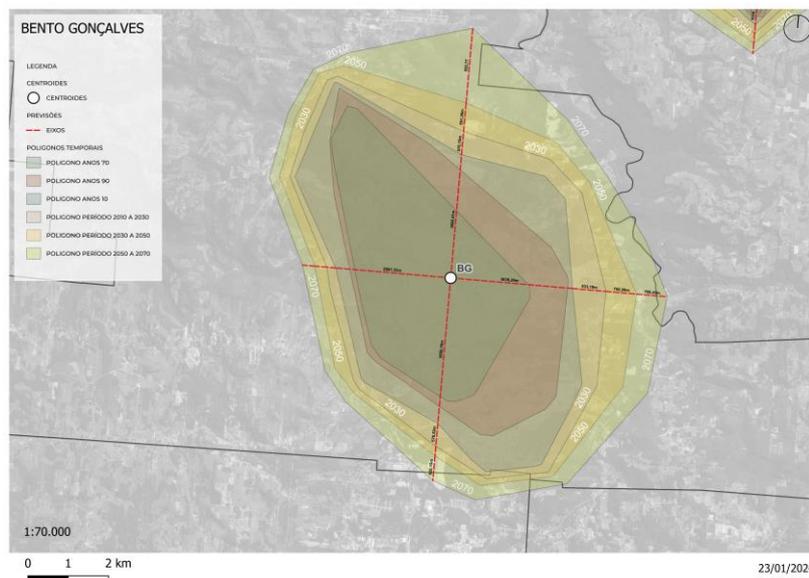


Figura 2: Mapa de previsão de crescimento para Bento Gonçalves. Fonte: elaborado pelos autores.

Através dessas representações individuais, foi possível examinar de maneira detalhada cada cidade e como se projetará o desenvolvimento urbano em diferentes momentos, fornecendo informações cruciais para o entendimento do crescimento futuro das cidades na Região Metropolitana da Serra Gaúcha.

Por meio dos destes mapas, foi possível analisar o sentido de seus crescimentos em quatro direções distintas: norte, sul, leste e oeste. Essa abordagem permitiu a comparação das modificações observadas ao longo dos intervalos de tempo selecionados. Além disso, a análise identificou os municípios limítrofes próximos à zona de crescimento, evidenciando sua força de atração e corroborando os dados previamente calculados de centralidade. Os mapas também forneceram previsões sobre futuras regiões de conurbação, onde as manchas urbanas em expansão ultrapassaram os limites municipais, avançando sobre outros, como exemplificado na figura 6, referente as cidades de Caxias do Sul e Flores da Cunha.

A figura demonstra claramente a força de atração existente que a cidade de Caxias do Sul exerce na região, por essa razão a cidade de Flores da Cunha situada ao norte de Caxias possui uma forte tendência, prevista na imagem de expandir sua mancha urbana mais rapidamente no sentido sul, indo na direção de Caxias, configurando-se como uma região conurbada na próxima década de 2030.

Ao consolidar os mapas individuais em um mapa geral que engloba toda a região com os 14 municípios estudados, demonstrado na Figura 3, conseguimos analisar a relação global entre todas as cidades, a marcação dos centroides de cada cidade, seu perímetro municipal e suas manchas de crescimento expressas em tons coloridos. Isso proporcionou uma visualização mais didática e direta dos dados de centralidade e integração global discutidos nesta pesquisa, e possibilita um melhor entendimento da região como um sistema completo.

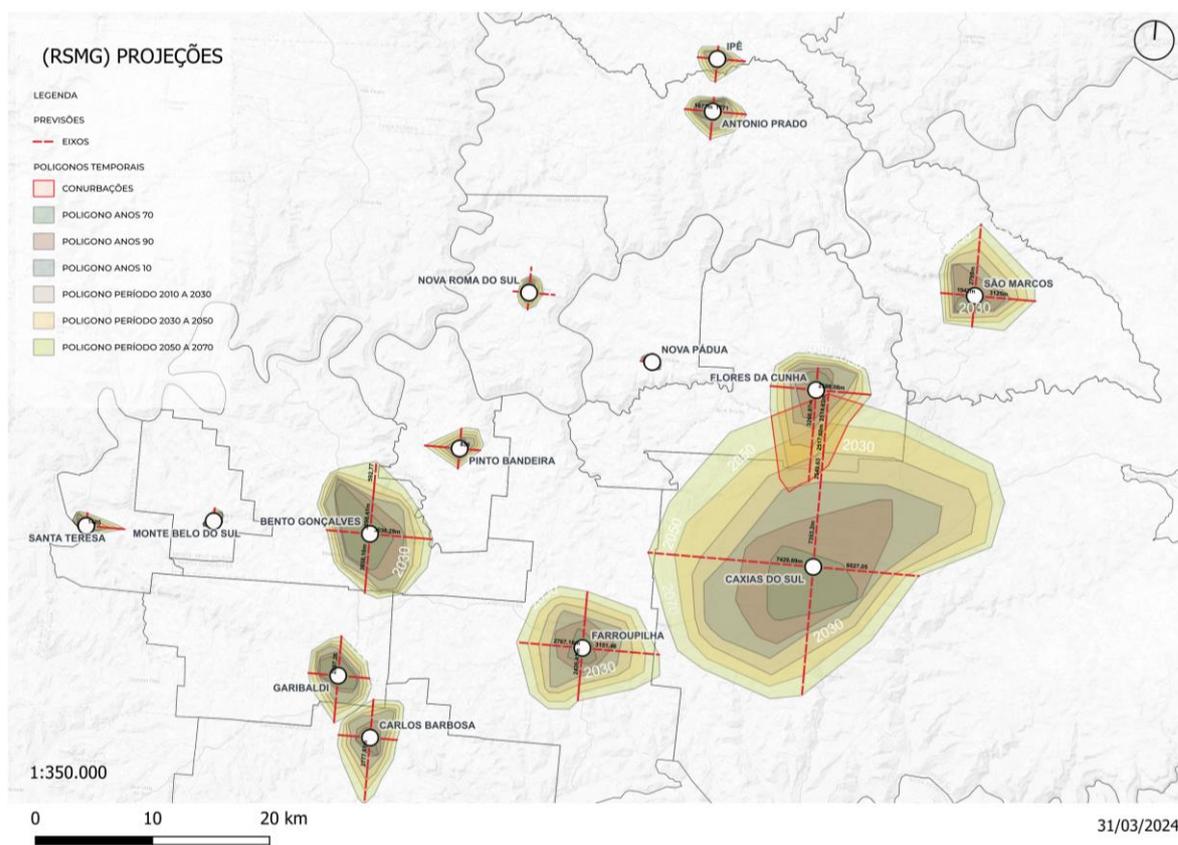


Figura 3: Previsão de crescimento ao longo dos anos. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da aplicação do roteiro metodológico, foi possível determinar as projeções de crescimento de cada uma das cidades da RMSG (Região Metropolitana da Serra Gaúcha) e dessa forma desenvolver conclusões e hipóteses da maneira como esse crescimento se dá em cada município.

Para Caxias do Sul, observou-se que o crescimento principal ocorre ao norte, em direção a Flores da Cunha, e ao oeste, em direção a Farroupilha e Bento Gonçalves. O crescimento no sentido leste é limitado pela topografia mais acidentada. Prevê-se que a conurbação entre Caxias do Sul e Flores da Cunha ocorrerá entre 2030 e 2050.

Farroupilha apresenta um crescimento urbano uniforme, refletindo sua alta centralidade na região. O crescimento principal ocorre ao leste, em direção a Caxias do Sul, conectando diferentes pontos da região e formando uma das maiores manchas urbanas atuais e previstas.

Flores da Cunha cresce principalmente ao sul, em direção a Caxias do Sul, com crescimento limitado nos demais sentidos (norte, leste e oeste). A conurbação entre Flores da Cunha e Caxias do Sul está prevista para ocorrer entre 2030 e 2050.

Garibaldi apresenta crescimento principalmente ao sul, em direção a Carlos Barbosa, com a conurbação esperada até 2070. O crescimento no sentido norte se dirige a Bento Gonçalves, enquanto os crescimentos nos sentidos leste e oeste são limitados.

Em Carlos Barbosa, o crescimento principal ocorre ao sul, com conurbação prevista com Garibaldi até 2070. Os crescimentos nos sentidos leste e oeste são limitados pela RS446 e pela topografia acidentada, respectivamente.

Bento Gonçalves cresce significativamente nos sentidos norte e oeste, enquanto os crescimentos nos sentidos sul e leste são limitados pela RS444 e um arroio, respectivamente. Há fatores de atração de crescimento em direção a Farroupilha e Caxias do Sul.

Ipê apresenta crescimento principalmente ao leste e ao sul, influenciado pela proximidade com a ERS 122 e a atração entre as cidades de Ipê e Antônio Prado. Antônio Prado, por sua vez, cresce ao leste, com crescimentos significativos ao oeste e ao sul.

Monte Belo do Sul tem seu crescimento principal na direção norte, com crescimento leste em direção a Bento Gonçalves. Em Pinto Bandeira, o crescimento é mais acentuado no sentido oeste devido à topografia favorável, enquanto os crescimentos nos outros sentidos são limitados.

Nova Pádua cresce principalmente ao oeste, com o crescimento nos sentidos sul e leste limitado pela topografia acidentada. O crescimento no sentido norte é facilitado pela topografia mais plana.

São Marcos apresenta crescimento principal nos sentidos norte e leste, enquanto os crescimentos nos sentidos oeste e sul são limitados pela topografia acidentada. A topografia mais plana nos sentidos norte e leste favorece o crescimento nesses sentidos.

Por fim, o mapa de projeções de crescimento de Santa Tereza indica que o crescimento principal ocorre no sentido leste, em direção a Monte Belo do Sul, com os crescimentos nos sentidos oeste e sul sendo limitados. Essas conclusões ajudam a entender as dinâmicas de crescimento urbano na RMSG, destacando fatores geográficos e infraestruturais que influenciam o desenvolvimento das cidades.

4. Considerações finais

Foi possível perceber alguns padrões no crescimento das formas urbanas das cidades da Região Metropolitana da Serra Gaúcha. Inicialmente, vale ressaltar dois fatores limitantes que se repetem em diversas das cidades: o fator topografia e a existência da ERS-122. A topografia acidentada, característica da altitude da região como um todo, se torna um fator limitante de crescimento, uma vez que essa característica dificulta uma expansão orgânica devido a sua complexidade construtiva. Outro fator limitante que se repete na análise é a ERS-122, a rodovia - que passa por diversas das cidades citadas - acabou se tornando um fator de crescimento limitante.

Encontrou-se um padrão de crescimento relevante: o crescimento das cidades da Serra Gaúcha em direção ao Rio das Antas. Esse ponto em comum na direção NE (Nordeste) abre novas hipóteses sobre a importância desse Rio para a Região Metropolitana da Serra Gaúcha para análises subsequentes.

A pesquisa apresentada poderia ser um modelo dinâmico, que tratasse de se realimentar baseado nas informações de séries anteriores, deixando de ser estática e verificada de tempo a tempo, com cortes temporais, e sim que fosse tratada como um conjunto de informações iterativas. Seria possível, dadas as condições de série temporal fixadas a partir de cenários anteriores, visualizar quais seriam as tensões regionais em anos posteriores aos considerados, projetando tensões futuras geradas, caso a situação não apresente alteração.

Partindo do princípio de que a correlação entre a região e a forma urbana existe, poderiam ser antecipados de certa maneira os crescimentos urbanos, tomando como base a realidade configurada até o momento. A premente necessidade atual de crescimento urbano fornece uma oportunidade para reconfiguração dos sistemas regionais e distribuição das atratividades entre

as cidades, fornecendo ferramentas de planejamento urbano e regional que podem fazer com que as cidades se desenvolvam de maneira mais harmônica em uma região, sem disparidades e dependências espaciais.

Referências

- [1] KRAFTA, R. (2014). Análise Espacial Urbana. Editora UFRGS, Porto Alegre.
- [2] Bertaud, A. (2003). Metropolitan Structures Around the World. Marikina. acessado em 18 de Agosto de 2022, disponível em <http://alain-bertaud.com>
- [3] Favaro J. M., Pumain D. (2011), Gibrat Revisited: An Urban Growth Model including Spatial Interaction and Innovation Cycles. Geographical Analysis, 43, pp 261-286.
- [4] Gersmehl, P. J. (1970). Spatial Interaction, Journal of Geography, 69:9, pp. 522-530.
- [5] QuantumGIS. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 22 de fevereiro de 2024.
- [6] Colusso, I. (2015). Forças regionais, formas urbanas e estrutura interna da cidade: um estudo de relações, acessado em 18 de Dezembro de 2023, disponível em http://www.ufrgs.br/propur/teses_dissertacoes/Izabele_Colusso.pdf

Gamificação e Criação de Ambientes Interativos para Inclusão de Metodologias Ativas no Curso de Arquitetura e Urbanismo

Gamification and Creation of Interactive Environments for the Inclusion of Active Methodologies in the Architecture and Urbanism Course

Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima, Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Goiás

fabiolla_lima@ufg.br

Resumo

A gamificação é uma técnica que utiliza elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos para motivar e influenciar comportamentos. Ambientes virtuais interativos, criados com tecnologias digitais, permitem interação imersiva e participação ativa dos usuários. Este trabalho discute a gamificação e a construção de ambientes virtuais interativos, com foco no ensino de arquitetura e urbanismo. Exemplos de ferramentas e plataformas de modelagem foram apresentados como recursos didáticos em aulas de graduação. A metodologia foi aplicada em disciplina optativa, demonstrando como resultado, que houve impacto positivo na inclusão das metodologias ativas: os estudantes mostraram maior engajamento, motivação e colaboração, indicando que a gamificação pode ser eficaz no ensino de arquitetura e urbanismo.

Palavras-chave: Gamificação; Ambientes virtuais interativos; Ensino-aprendizagem; Arquitetura e urbanismo.

Abstract

Gamification is a technique that uses game elements in non-game contexts to motivate and influence behaviors. Interactive virtual environments, created using digital technologies, allow for immersive interaction and active user participation. This work discusses gamification and the development of interactive virtual environments, focusing on the teaching of architecture and urbanism. Examples of modeling tools and platforms were presented as didactic resources in undergraduate classes. The methodology was applied in an elective course, demonstrating a positive impact on the inclusion of active methodologies: students showed greater engagement, motivation, and collaboration, indicating that gamification can be effective in the teaching of architecture and urbanism.

Keywords: *Gamification; Interactive virtual environments; Teaching and learning; Architecture and urbanism.*

1. Introdução

No campo da educação, os métodos tradicionais de ensino estão, ou deveriam estar, em constante evolução para acompanhar as necessidades de aprendizado dos alunos no mundo digital de hoje. Uma abordagem que ganhou força nos últimos anos é a gamificação, enquanto metodologia ativa, ao envolver a incorporação de elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos para engajar e motivar os alunos. Não se trata apenas sobre tornar o aprendizado mais divertido, mas também sobre aumentar o envolvimento dos alunos, promover a criatividade e melhorar as habilidades de resolução de problemas.

A gamificação é uma técnica que incorpora elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos para engajar, motivar e impulsionar mudanças de comportamento. Nos últimos anos, o uso da gamificação na educação ganhou popularidade como uma ferramenta para aumentar a participação dos alunos e melhorar os resultados de aprendizagem, mostrando-se eficaz em diversos ambientes educacionais. Em um estudo de Dicheva *et al.* [01], descobriu-se que a gamificação tem um impacto positivo nos resultados de aprendizagem, pois aumenta a participação, a motivação e o prazer de aprender. Da mesma forma, Werbach e Hunter [02] destacaram os benefícios da gamificação na educação, incluindo o aumento da retenção de informações pelos estudantes.

Paralelamente, a utilização de ambientes interativos para a inclusão educacional também tem apresentado um cenário relevante na era digital atual. Com os avanços da tecnologia, professores têm a oportunidade de criar ambientes virtuais envolventes e interativos que atendam às diversas necessidades de aprendizagem. Esses ambientes oferecem uma experiência única e inclusiva que pode beneficiar alunos com habilidades e estilos de aprendizagem variados.

O curso de arquitetura e urbanismo está em um campo de conhecimento em que as metodologias ativas podem ser cruciais para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de resolução de problemas e da criatividade. A integração da gamificação no currículo pode ajudar a criar ambientes interativos que promovam a aprendizagem ativa e promovam a colaboração entre os alunos. Este trabalho explora o potencial da gamificação no curso de arquitetura e urbanismo e seu impacto na inclusão de metodologias ativas para o processo de ensino-aprendizagem, no qual serão conceituadas as premissas da construção de ambientes virtuais interativos, serão exemplificadas algumas ferramentas e plataformas de modelagem utilizadas para a construção desses ambientes e, ainda, como elas podem ser utilizadas como ferramenta didática de inclusão pelas tecnologias digitais de informação e comunicação (TIDCs).

2. Revisão da literatura

Os métodos ativos de aprendizagem, segundo Fainstein [03], em que são baseados os projetos e os exercícios colaborativos, mais dinâmicos, são essenciais para o desenvolvimento de habilidades práticas e a aplicação do conhecimento teórico em contextos do mundo real. A incorporação da gamificação em cursos e disciplinas da área, pode proporcionar aos alunos ambientes interativos e mais atraentes que promovam o aprendizado ativo e facilitem o trabalho colaborativo.

2.1. Gamificação como metodologia ativa e os jogos educativos

A gamificação pode ser vista como uma forma de motivação de abordagem, pois incentiva os alunos a participarem ativamente de seu processo de aprendizagem. Ao introduzir elementos como competição e colaboração, a gamificação motiva-os a trabalhar em prol de um objetivo comum, ao mesmo tempo em que promove um senso de trabalho em equipe e companheirismo. Segundo Domingues [04], os jogos educativos são definidos como "objetos lúdicos por natureza, originalmente estruturados como jogos, mas que seguem o vetor oposto ao da gamificação: direcionam elementos pertencentes ao 'universo não lúdico', do mundo 'sério', para uma estrutura de jogo nativa".

Uma das principais vantagens da gamificação é sua capacidade de produzir resultados positivos em uma variedade de cenários [05]. Wouters *et al.* [06] afirmaram que a gamificação funciona melhor quando aplicada a jogos sérios com debates, cursos multisessão com níveis e grupos de "jogadores". Além disso, pesquisa realizada por Sitzmann [07] constatou que os jogos são 17% mais eficazes que as palestras e 5% mais eficazes que as discussões, destacando o potencial da gamificação como ferramenta instrucional.

O objetivo instrucional da gamificação é engajar o público e resolver problemas por meio do uso do pensamento e da dinâmica dos jogos [08]. Kim [09] definiu gamificação como o uso de técnicas de jogos para tornar as atividades mais divertidas e envolventes. Boller e Kapp [10] detalham ainda mais a definição de gamificação, afirmando que ela envolve o uso de mecânicas, estéticas e pensamento baseados em jogos para engajar pessoas, motivar ações, promover o aprendizado e resolver problemas.

No contexto da educação, a gamificação tem o poder de simplificar conceitos complexos e está mais relacionada ao comportamento humano e à psicologia do que aos jogos e à diversão. Ao incorporar elementos de gamificação na sala de aula, os educadores podem aumentar o interesse dos alunos, desenvolver a curiosidade, estimular a criatividade e aumentar a participação. Alguns exemplos de plataformas de gamificação educacional incluem Duolingo© [11] (para aprendizagem de idiomas), Mind Lab© [12] (para habilidades de pensamento crítico), Khan Academy© [13] (para assuntos acadêmicos), CodeCombat© [14] (para habilidades de programação), Socrative© [15] (para testes interativos), Scratch© [16] (para projetos de codificação) e Genially© [17] (para apresentações interativas).

No entanto, apesar de suas muitas vantagens, a gamificação também tem suas desvantagens. Domingues [04] apontou que existem aspectos positivos e negativos da gamificação voltada para a aprendizagem, incluindo o risco de simplificação excessiva de tópicos complexos e o potencial de os alunos ficarem muito focados em vencer e não no processo de aprendizagem em si.

Ainda assim, a gamificação é uma ferramenta poderosa para melhorar a experiência de aprendizagem em ambientes de ensino e em qualquer nível, ou seja, do ensino básico ao superior. Ao incorporar elementos do jogo nas atividades pedagógicas, os professores passam a abordar os alunos de maneiras diferentes da convencional, provocando-os e instigando-os a exercitarem sua criatividade e incentivando-os a participarem ativamente. Com a abordagem certa e a implementação cuidadosa, a gamificação tem o potencial de revolucionar os métodos tradicionais de ensino-aprendizagem e criar um ambiente mais envolvente, dinâmico e eficaz.

2.2. Ambientes interativos para inclusão educacional

Aliados à aplicação da gamificação, os ambientes interativos também têm se tornado cada vez mais prevalentes em ambientes educacionais como um meio de melhorar as experiências de aprendizagem entre os alunos. A construção desses ambientes envolve o uso de TIDCs para

criar experiências de aprendizagem imersivas e envolventes. Segundo Bowman e Hodges [18], os ambientes virtuais interativos permitem que os usuários manipulem e interajam com objetos virtuais em tempo real. Essa interatividade é essencial para criar um senso de presença e envolvimento, o que pode melhorar os resultados de aprendizagem [19].

Enquanto ferramenta didática, o processo de construção de ambientes virtuais para fins educacionais envolve a criação de simulações interativas que replicam cenários do mundo real. Essas simulações podem ser usadas para facilitar o aprendizado experiencial e a resolução de problemas entre os aprendizes [20]. Ao usar ambientes interativos, os educadores podem fornecer aos alunos experiências práticas que, de outra forma, seriam difíceis ou impossíveis de alcançar em um ambiente de sala de aula tradicional, pois incentivam a criatividade, o pensamento crítico, à tomada de decisões e a colaboração coletiva.

Uma área em que têm se mostrado muito promissoras como ferramenta didática é no campo da arquitetura e urbanismo, pois há uma variedade de ferramentas e plataformas de modelagem disponíveis para a construção de ambientes interativos. Uma ferramenta popular é o Unity®, uma plataforma de desenvolvimento de jogos que permite aos usuários criar ambientes 3D integrativos com física e gráficos realistas [21]. Outro exemplo é o SketchUp®, um software de modelagem 3D comumente utilizado em arquitetura e planejamento urbano para criar modelos interativos de edifícios e paisagens urbanas [22].

3. Metodologia

Para avaliar o impacto da gamificação na inclusão de metodologias ativas para estudantes da graduação no curso de arquitetura e urbanismo, foi proposta uma disciplina ofertada à distância, que utilizasse as TDICs. Estas facilitam a comunicação e a aprendizagem nas escolas, pois incluem equipamentos eletrônicos que se conectam à internet, como smartphones, computadores e tablets. Desta forma, o estudo envolveu o desenvolvimento e implementação de atividades gamificadas dentro da disciplina proposta, aplicando desafios de design virtual, simulações de jogos e projetos colaborativos. A eficácia dessas atividades foi avaliada com base na participação e engajamento, na motivação e nos resultados de aprendizagem dos alunos ao final do semestre.

O método de coleta de dados incluiu pesquisas e entrevistas - para coletar feedback dos alunos sobre sua experiência com atividades gamificadas e seu impacto percebido no aprendizado - e avaliações de desempenho dos alunos após a execução das atividades, onde os professores puderam avaliar a eficácia da gamificação na promoção de metodologias ativas na disciplina. Essas avaliações foram usadas para medir o impacto da gamificação nos resultados de aprendizagem, como a capacidade de desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, a capacidade de tomar decisões para resolver problemas, criativo e rapidamente.

A proposta de abordagem do conteúdo, para inclusão de metodologias ativas na disciplina, optou por sua divisão em dois momentos. O primeiro bimestre foi destinado aos (a) Conceitos de jogos, classificação, seus elementos; (b) Realidade virtual e ambientes virtuais; (c) Estruturas, mecânicas e dinâmicas dos jogos e dispositivos de criação; (d) Definição e tipos de jogos educativos; (e) Motivação e comportamento competitivo/colaborativo. (f) Gamificação e sociabilidade; (g) Gamificação como estratégia e perspectivas e (h) Estudos de casos e prototipação, sendo esse último tópico trabalhado de forma conectiva ao conteúdo do segundo bimestre, no qual haveria a aplicação da ludicidade explorada pela gamificação com a criação de ambiente interativos pelos estudantes. Assim, os tópicos a partir daí foram: (a) Interação em ambientes virtuais e aumentados, (b) Técnicas de modelagem de ambientes virtuais; (c)

Realidade virtual imersiva e não imersiva; (d) Tecnologias para desenvolvimento de ambientes virtuais e aumentados; (e) Construção de ambientes virtuais e (f) Design de jogos em ambientes virtuais.

Todo o conteúdo foi ministrado utilizando-se também da gamificação, de forma a caracterizar bem o aspecto metodológico ativo das ferramentas didáticas, praticamente em todas as atividades. Todas as aulas instrucionais foram no ambiente Gather© [23] (Figura 1), uma plataforma que permite o encontro de pessoas num ambiente virtual. Sendo assim, nesse espaço virtual criado em um cenário especialmente caracterizado com uma sala de aula, incluindo mobiliário específico, foi possível realizar as aulas, as orientações e reuniões de grupo, as apresentações dos trabalhos e demais situações ocorridas na disciplina. Além deste ambiente virtual, foram utilizadas as ferramentas Mentimeter© [24], Kahoot© [25], vários sites de jogos de aprendizagem (Trivial Pursuit, Zombie Sales Apocalypse, iCivics, Nobelprize.org, Games for change etc.), plataformas de gamificação, vídeos do Youtube e outros jogos educativos diversos, em que os alunos puderam acessar o conteúdo, por computador e smartphones, de maneira completamente diversa da metodologia tradicional.



Figura 1: Ambiente interativo criado pelos professores com cenário de ambiente de estudos para as aulas.
Fonte: Gather [23].

4. Resultados

Assim como a parte teórica da disciplina foi dividida em duas partes, a verificação do ensino-aprendizagem para o período aconteceu em dois momentos. Quanto ao conteúdo de Gamificação foi solicitada a confecção do *Game Document Design* (GDD) de um jogo educativo que trouxesse temas da arquitetura e urbanismo, do tipo analógico, porém em formato digital. O projeto deveria conter, obrigatoriamente, uma estrutura básica composta por meta, mecânica, dinâmica e elementos. Outros dados opcionais, como elenco, enredo etc. ficaram a critério dos grupos. Foram criados 5 grupos, com 4 a 5 estudantes cada. Cada equipe teve de 15 a 20 minutos para apresentação do trabalho, contendo partes textuais e gráficas. A Figura 2 ilustra como foi o edital lançado para a primeira entrega. O nome da atividade de construção de

um jogo educativo foi “Conhecimento é *power!*”. A Figura 3 apresenta um trecho do GDD do grupo responsável pela criação do jogo “Nem de Conto”. O jogo é ambientado em uma vila histórica de uma cidade do interior de Goiás e tem como objetivo ensinar à comunidade os valores do patrimônio material e imaterial da cidade.



Figura 2: Edital lançado para o trabalho 1 sobre o conteúdo de gamificação. Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 3: Partes do GDD do jogo “Nem te conto”: (a) Proposta da tela de apresentação do jogo, (b) Um dos cenários do jogo. Fonte: Elaborado pela autora.

Para a segunda parte da disciplina, denominada de Ambientes Interativos, o trabalho 2 envolveu a conceituação de premissas da construção dos ambientes virtuais interativos com uso de ferramentas de modelagem e plataformas de construção de ambientes interativos. Assim, o segundo trabalho exigiu a construção de ambientes virtuais, em formato de jogo, para que fosse possível interagir nesse espaço virtual, arquitetonicamente elaborado, ao mesmo tempo em que se pudesse aprender algo a partir da visita a esse mesmo espaço. Os mesmos grupos da primeira etapa puderam criar seus próprios centros educacionais, de onde surgiram divertidos projetos: museus virtuais de temáticas diversas (museu da matemática, museu da história da arquitetura, museus dos jogos etc.), estações temáticas, centros de treinamentos (que ensinaram a dirigir), ambientes do tipo “*escape room*” com charadas onde, para se atingir o objetivo final, ou seja, escapar, o estudante deveria enviar as respostas corretas aos desafios propostos incorporados aos ambientes.

Resultados preliminares do estudo indicam que a gamificação tem impacto positivo na inclusão de metodologias ativas no curso de arquitetura e urbanismo, a partir da experimentação com estudantes da graduação em disciplina de núcleo livre e de caráter optativo. Os alunos relataram níveis mais altos de engajamento, motivação e colaboração ao participar de atividades gamificadas, como desafios de design virtual e simulações de visitas aos espaços virtuais interativos criados por eles próprios. Os professores também observaram melhorias no desempenho dos alunos, na participação e comprometimento durante as aulas e práticas que, mais dinâmicas e atraentes, auxiliaram no desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de resolução de problemas.

5. Conclusão

A inclusão de gamificação nas metodologias ativas do curso de Arquitetura e Urbanismo mostrou-se uma estratégia eficaz para aumentar o engajamento e a motivação dos alunos. Através da disciplina ofertada à distância, que utilizou TDICs, foi possível criar um ambiente de aprendizagem interativo e colaborativo. As atividades gamificadas, como desafios de design virtual e simulações de jogos, promoveram a participação ativa dos estudantes, que demonstraram maior comprometimento, participação, e facilitaram o desenvolvimento de habilidades críticas. Enquanto isso, os professores relataram mais interação durante as aulas e melhorias no desempenho acadêmico. Os resultados dos projetos desenvolvidos, como a criação de jogos educativos e ambientes virtuais interativos, reforçam a eficácia da gamificação como uma ferramenta pedagógica.

Além disso, a abordagem dividida em dois momentos - com foco inicial nos conceitos de gamificação e, posteriormente, na aplicação prática em ambientes virtuais - mostrou-se adequada para a assimilação gradual e eficaz dos conteúdos. A utilização de plataformas como Gather, Mentimeter, Kahoot, e diversos jogos educativos online contribuiu para um ensino dinâmico e diversificado, distanciando-se das metodologias tradicionais.

À medida em que o uso de ambientes interativos continuar a crescer na educação, será possível explorar novas maneiras de incorporar essas ferramentas ao currículo, o que potencialmente poderá melhorar os resultados de ensino e aprendizagem, além de tornar mais qualificados os novos profissionais de arquitetura e urbanismo.

Referências

- [01] DICHEVA, D., DICHEV, C., AGRE, G., & ANGELOVA, G. Gamification in education: a systematic mapping study. *Educational technology & society*, 18(3), 75-88, 2015. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/270273830_Gamification_in_Education_A_Systematic_Mapping_Study Acesso em: 27 mar. 2024.
- [02] WERBACH, K., & HUNTER, D. For the win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press, 2012.
- [03] FAINSTEIN, S. S. Planning Theory and the City. *Journal of Planning Education and Research*, 25(2), 121-130, 2005. Disponível em:
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=f701cb94490359cf89bf0582d56558aede48b0ec> Acesso em: 27 mar. 2024.

- [04] DOMINGUES, D. O sentido da gamificação. In: Gamificação em debate. SANTAELLA, Lúcia; NESTERIUK, Sérgio; FAVA, Fabricio (Orgs). São Paulo: Blucher, 2018. p. 11-19.
- [05] ALVES, Flora. Gamification: como criar experiências de aprendizado engajadoras. São Paulo: DVS Editora (edição digital), 2014.
- [06] WOUTERS, P., et al. A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265, 2013. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2013-03484-001> Acesso em: 25 mar. 2024.
- [07] SITZMANN, T. A Meta-Analytic Examination of the Instructional Effectiveness of Computer-Based Simulation Games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489-528, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-6570.2011.01190.x> Acesso em: 25 mar. 2024.
- [08] ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc, 2011.
- [09] KIM, A. Bunchball, Inc. © 2010. Gamification 101: Introducing the Game Layer to Non-Game Contexts. Disponível em: <https://jndglobal.com/wp-content/uploads/2011/05/gamification1011.pdf> Acesso em: 01 abr. 2024.
- [10] BOLLER, S.; KAPP, K. *Jogar para aprender – Tudo que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. Tradução Sally Tilelli. São Paulo: DVS Editora, 2018.
- [11] DUOLINGO. Aprenda idiomas de graça. Agora e sempre. [2021] Disponível em: <https://pt.duolingo.com/> Acesso em: 21 mar. 2024.
- [12] MIND LAB©. Programa MenteInovadora. Disponível em: <https://www.mindlab.com.br/menteinovadora/> Acesso em 29 mar. 2024.
- [13] KHAN ACADEMY©. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/> Acesso em 29 mar. 2024.
- [14] CODECOMBAT©. O jogo mais envolvente para aprender programação. Disponível em: <https://br.codecombat.com/> Acesso em: 29 mar. 2024.
- [15] SOCRATIVE©. Disponível em <https://www.socrative.com/> Acesso em 29 mar. 2024.
- [16] SCRATCH©. Acerca do Scratch. Disponível em <https://scratch.mit.edu/about> Acesso em 29 mar. 2024.
- [17] GENIALLY©. Design de curso interativo para o futuro do aprendizado. Disponível em <https://genial.ly/pt-br/ensino-superior/> Acesso em 29 mar. 2024.
- [18] BOWMAN, D. A., & Hodges, L. F. An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments. *Proceedings*. In: SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1999.
- [19] PIVEC, M., DZIABENKO, O., & SCHINNERL, I. Aspects of Game-Based Learning, 2003. In: Semantic scholar. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Aspects-of-Game-Based-Learning-Pivec-Dziabenko/0e9bcf0bd2bd5cf0ff0470ca7315e0d1d3b9b883> Acesso em: 29 mar. 2024.

[20] DALGARNO, B., & Lee, M. What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32, 2010. Disponível em: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x> Acesso em: 31 mar. 2024.

[21] UNITY© 2024, Unity Technologies. Disponível em: <https://unity.com/pt> Acesso em: 29 mar. 2024.

[22] SKETCHUP© 2023, Trimble Inc. Disponível em: <https://www.sketchup.com/> Acesso em: 29 mar. 2024.

[23] GATHER© 2023, Gather Presence Inc. Disponível em: <https://www.gather.town/> Acesso em: 29 mar. 2024.

[24] MENTIMETER© 2024. Educação. Disponível em: <https://www.mentimeter.com/pt-BR/education> Acesso em: 29 mar. 2024.

[25] KAHOOT©2024, Kahoot! Disponível em: <https://kahoot.com/pt/> Acesso em: 29 mar. 2024.

Procedimento para elaboração de bancos de dados representativos para uso na ferramenta de decisão multicritério RESIDE

Procedure for drawing up representative databases for use in the RESIDE multi-criteria decision tool.

Rejane Magiag Loura, Doutora em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

E-mail: rejane@arq.ufmg.br

Júlia Batista Matos Ferreira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: jubatimafe@gmail.com

Arthur Bernardo Alves Martins, graduando em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: arthurmartinsufmg@gmail.com

Daniela Giovanna Oliveira do Nascimento, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: danigioli13@gmail.com

Jade Araujo Costa, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: jadearaujo01@hotmail.com

Resumo

O software RESIDE permite aos projetistas e tomadores de decisão desde as fases iniciais de planejamento dos empreendimentos residenciais considerar simultaneamente questões relacionadas ao consumo de energia para condicionamento ambiental e aquecimento de água, custos de construção e políticas públicas. Contudo, sua utilização é condicionada a existência de um banco de dados para o contexto analisado. Entendendo a importância cada vez maior de abordar a complexidade presente na atividade de projeto voltado a sustentabilidade, este artigo apresenta um procedimento para identificação de bancos de dados representativos para o estado de Minas Gerais, a fim de viabilizar a utilização da ferramenta de decisão multicritério RESIDE.

Palavras-chave: Método de Decisão Multicritério; Desempenho Termoenergético; Política habitacional.

Abstract

The RESIDE software allows designers and decision-makers from the initial planning stages of residential developments to simultaneously consider issues related to energy consumption for environmental conditioning and water heating, construction costs and public policies. However, its use is conditional on the existence of a database for the context analyzed. Understanding the growing importance of addressing the complexity present in sustainability-orientated design activities, this article presents a procedure for identifying representative databases for the state of Minas Gerais, in order to enable the use of the RESIDE multi-criteria decision tool.

Keywords: *Multicriteria Decision Method; Thermoenergetic Performance; Housing Policy.*

1. Introdução

Observa-se cada dia mais, em diferentes âmbitos da sociedade, as atividades humanas ampliando sua complexidade. Mitchell [1] inicia seu trabalho definindo complexidade a partir de exemplos biológicos (ambientais), econômicos e sociais. Ao longo do trabalho, embora a autora não faça ao conceito de desenvolvimento sustentável, o aprofundamento no conceito de ciência complexidade e seus desdobramentos no campo computacional e de processamento de informações, permite inferir transbordamentos desses conceitos nas atividades de projetos com vistas a sustentabilidade.

Os processos de projeto de edificações têm ampliado sua complexidade, pois abordam um número de critérios cada vez maior, o que é um aspecto convergente com as premissas do desenvolvimento sustentável. Entretanto, nem sempre há disponibilidade de tempo e ferramentas suficientes para que as decisões sejam tomadas com a acurácia requerida. O desafio de melhorar o desempenho ambiental das edificações, em um contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade global, tem impulsionado a busca por ferramentas inovadoras, eficazes e acessíveis. Nesse cenário, as ferramentas de decisão multicritério emergem como soluções estratégicas que possibilitam a incorporação de uma variedade de fatores, tanto quantitativos quanto qualitativos, no processo de planejamento e design das edificações.

As ferramentas de decisão multicritério permitem que os tomadores de decisão avaliem de forma compreensiva as várias dimensões de um projeto de edificação, incluindo impactos ambientais, custo, eficiência energética, materiais sustentáveis, qualidade do ar interno, entre outros.

Observando essa realidade e a crescente demanda energética para condicionamento ambiental nas edificações residenciais – entre 2005 e 2017 a posse de equipamentos nas residências cresceu 9% ao ano [2] – a ferramenta RESIDE [3] oferece auxílio ao processo de tomada de decisão multicritério sobre as soluções para envoltória de edificações habitacionais, o sistema de aquecimento de água para banho e custos dessas soluções nas fases iniciais de projetos de empreendimentos residenciais. A estrutura do RESIDE foi pensada considerando o contexto do mercado de construção civil brasileiro, considerando que o conhecimento prévio do desempenho termoenergético das edificações residenciais e os custos associados à sua melhoria permitiria aos administradores públicos formular políticas habitacionais com eficiência energética de forma consistente e responsável. Pelo ponto de vista do empreendedor ou do projetista, esse software pode auxiliar diretamente nas escolhas para projetos específicos. Para viabilizar o uso do software em diferentes contextos climáticos e urbanos nacionais é necessário que se elabore um banco de dados que represente tal realidade.

Neste artigo interessa registrar a etapa de desenvolvimento dos bancos de dados representativos para o estado de Minas Gerais, englobando as distintas regiões econômicas, climáticas e tipologias construtivas. O esforço aqui é alcançar um recorte representativo que permita o uso livre do RESIDE em todo o estado. Além disso, discutir a importância de disponibilizar ferramentas digitais de análise multicritérios para auxiliar as decisões técnicas pautadas pelo uso racional de recursos ambientais e econômicos.

2. Fundamentação Teórica

O RESIDE é um software desenvolvido a partir do método ELECTRE-III (ELimination and Choice Expressing Reality), desenvolvido por Roy [4], que constrói seu processo de

classificação a partir de uma relação de preferência. De modo geral, duas alternativas são comparadas em um momento para identificar (i) uma preferência forte ou fraca por uma das ações, ou (ii) indiferença entre as ações, ou (iii) incomparabilidade entre as ações. A avaliação de cada ação ou alternativa A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) pelos vários critérios adotados, Cr_1, Cr_2, \dots, Cr_m , é feita por um vetor com vários atributos $\{E_{i1}, E_{i2}, E_{i3}, \dots, E_{im}\}$. O limite de preferência "P", que indica a diferença a partir da qual uma preferência estrita pode ser estabelecida entre duas avaliações, e o limite de limite de indiferença "Q", que indica a diferença a partir da qual nenhuma preferência pode ser estabelecida entre as alternativas. Para definir a incomparabilidade entre as ações, o limite de veto "V" é usado para cada critério, representando a diferença a partir da qual se deve ignorar a comparação entre duas ações.

De modo sumário, para configurar a matriz de avaliação é necessário (i) a lista de alternativas, (ii) os critérios e seus respectivos pesos, e (iii) a definição dos limites acima mencionados. Após a realização dos cálculos e testes de sobreclassificação, concordância e discordância, o algoritmo constrói duas matrizes - uma para concordância e outra para discordância - em que todos os pares possíveis de ações são comparados. Assim, tem-se a terceira matriz, chamada matriz de credibilidade. A classificação das alternativas é estabelecida com base na matriz de credibilidade. A ordenação se dá por um procedimento no qual as alternativas são posicionadas de acordo com sua classificação decrescente (da melhor para a pior).

Embora desenvolvido na década de 1970, o ELECTRE-III segue sendo muito utilizado para solução de situações de classificação de alternativas a partir de múltiplos critérios. Um breve levantamento da literatura recente – entre 2019 e 2024 – evidencia que esse método de decisão multicritério (MDMC) segue sendo bastante relevante como ferramenta de auxílio a decisão para situações que envolve questões de energia, sustentabilidade e o ambiente construído. Ebadi Torkayesh et al [5] recorre ao ELECTRE-III como uma das ferramentas para auxílio a definição do local de instalação de uma infraestrutura de tratamento de resíduos sólidos. Battisti [6] recorreu ao ELECTRE-III para estruturar um método de avaliação capaz de expressar um julgamento sintético - baseado em parâmetros objetivos e reconhecidos - dentro do procedimento de Avaliação Ambiental Estratégica. Kosova et al [7] tem como procedimento base para análise da resiliência é um condado na Albânia o uso de ferramentas baseadas em MDMC, entre elas o ELECTRE-III. Labeled et al [8] apresentam um sistema flexível de tomada de decisão multicritério para o planejamento regional construído a partir do aprimoramento da versão original do ELECTRE-III. Para finalizar esse curto levantamento ilustrativo de trabalhos recente que tiveram o ELECTRE-III como ferramenta de auxílio a decisão cabe citar o trabalho de revisão da literatura de Salvador et al [9] que evidencia que esse método tem sido aplicado com frequência à seleção de fornecedores de forma única ou integrado a outros MDMC.

O uso do ELECTRE-III no RESIDE [3] está ancorado na criação de bancos de dados representativos para distintos contextos a partir de saídas de simulações termoenergéticas, custos atuais de materiais e serviços de construção e metas presentes em instrumentos de planejamento nacional – Plano Nacional de Energia e Plano Nacional de Eficiência Energética. A lista de alternativas que compõe os bancos de dados do RESIDE, como mostra a figura 1, permite ao usuário definir os seguintes parâmetros: (i) oito orientações do edifício, (ii) duas proporções de abertura das fachadas opostas ou adjacentes, (iii) dois tamanhos das janelas, (iv) presença ou ausência de proteção solar nas janelas, (v) seis sistemas de vedação vertical, (vi) seis sistemas de cobertura e (vii) 14 sistemas de aquecimento de água. Além disso, o usuário pode selecionar a tipologia construtiva residencial (uni ou multifamiliar), o número de

pavimentos das residências multifamiliares e o padrão construtivo (Interesse Social, Padrão Normal e Alto), conforme a NBR12721:2006 [10].

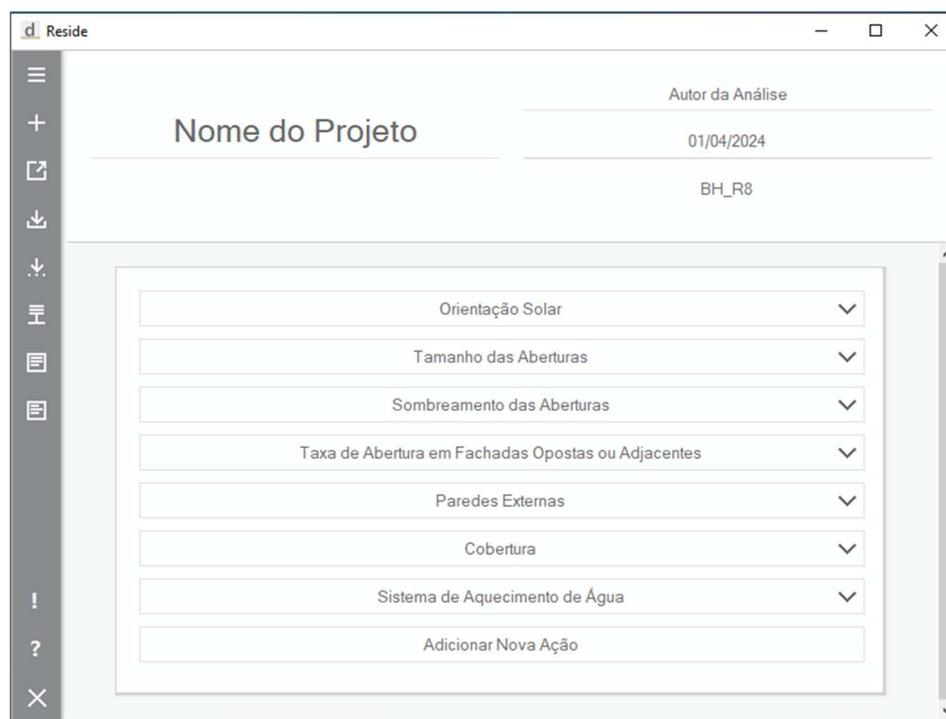


Figura 1 – Interface de seleção de parâmetros das alternativas no RESIDE. Fonte: elaborado pelos autores.

O usuário pode selecionar até 16 alternativas distintas para comparação dentro de um contexto climático e considerando uma mesma tipologia construtiva e padrão da NBR12721:2006. Essas alternativas são avaliadas a partir de seis critérios, a saber: Porcentagem de horas de conforto térmico passivo; Condição da ventilação natural cruzada; Número de graus-hora para resfriamento; Variação percentual do custo das soluções da envoltória; Incentivo governamental para o uso da tecnologia de aquecimento de água para banho; Grau de complexidade da infraestrutura completa do sistema de aquecimento de água para banho. As características do método ELECTRE-III, baseado na análise não compensatória e na incomparabilidade entre as soluções, são muito relevantes para dar confiabilidade aos resultados mostrados no RESIDE, pois impede-se o favorecimento de alternativas muito valorizadas por um ou alguns critérios e pouco valorizadas em outros. Como os critérios usados interessam de formas distintas aos diferentes atores envolvidos no planejamento da construção, a análise não compensatória tende a proteger o favorecimento de critérios de interesse por parte dos envolvidos em relação à negligência em outros critérios de interesse das partes com menor poder de decisão. O software sugere pesos para cada um desses critérios. Porém, o usuário pode indicar os pesos mais pertinentes à análise em desenvolvimento, como mostra a figura 2.

geográfico brasileiro, considerando aspectos políticos, socioeconômicos e culturais para fins de planejamento, gestão e execução de políticas públicas.

Observando as características do RESIDE já descritas, fica a relevância que um banco de dados adequado tem na resposta satisfatória da ferramenta. Para que as saídas da ferramenta auxiliem de fato o processo de decisão nas fases iniciais de projeto do empreendimento, deve-se elaborar um banco de dados para cada tipologia construtiva existente num contexto urbano e climático. Contudo, dada as diversidades climáticas e construtivas observadas e o número de municípios do estado, seria utópico esperar a elaboração de bancos de dados específicos para cada território.

Neste esforço inicial de disponibilizar a ferramenta RESIDE, foi necessário fazer a opção por construir bancos de dados capazes de representar regiões do estado. Partindo-se das regiões intermediárias [11], foram identificadas em cada região cidades para as quais há disponibilidade de arquivos climáticos do tipo TMY (Typical Meteorological Year).

Na sequência esse conjunto de cidades foi filtrado em função de seu contexto climático, tendo como base a classificação estabelecida por Nimer [12] e a de Köppen [13]. De acordo com Nimer [12], Minas Gerais conta com oito climas diferentes, a saber: (i) Quente (média da temperatura do ar maior que 18°C em todos os meses do ano) Superúmido; (ii) Quente Úmido com 1 a 3 meses de secos; (iii) Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos; (iv) Quente Semiárido com 6 a 8 meses secos; (v) Subquente (com média entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês) Úmido com 1 a 3 meses secos; (vi) Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos; (vii) Mesotérmico Brando (média entre 10°C e 15°C) Úmido com 1 a 3 meses secos; e (viii) Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos. Köppen [13], por sua vez, classifica o clima do estado a partir de classes, a saber: Clima de Savana com estação mais seca no verão (As); Clima de Savana com estação mais seca no inverno (Aw); Clima subtropical úmido com verão concentrando 70% da precipitação (Cwa); Clima oceânico temperado (Cfb), Clima subtropical de altitude (Cwb). As 13 cidades resultantes foram capazes de cobrir a diversidade climática apontada pelos dois autores.

O passo seguinte, foi estudar a morfologia urbana de cada uma das 13 cidades para identificar quais seriam as tipologias e padrões construtivos presentes na NBR12721:2006 [10], mais frequentemente observados. Usando as ferramentas Google Earth e Google Street View, fez uma classificação considerando as seguintes tipologias: residência unifamiliar padrão baixo com um pavimento (R1B); residência unifamiliar padrão normal com um pavimento (R1N); residência multifamiliar prédio popular padrão baixo com quatro pavimentos (PPB); residência multifamiliar prédio popular padrão normal com quatro pavimentos (PPN); residência multifamiliar prédio popular padrão normal (PPN); residência multifamiliar padrão baixo com oito pavimentos (R8B); residência multifamiliar padrão normal com oito pavimentos (R8N); residência multifamiliar padrão normal com 16 pavimentos (R16N). Seguindo no esforço de alcançar bancos de dados representativos para o estado – e tendo clareza que todo recorte exclui tipologias existentes nestes contextos urbanos - foram definidos para cada cidade até 4 tipologias construtivas mais relevantes.

4. Banco de Dados Representativos para Minas Gerais

A Tabela 1 apresenta as 13 cidades que foram selecionadas como contextos representativos do estado do ponto de vista socioeconômico, cultural, político – seguindo as regiões intermediárias - e climático das classificações adotadas.

Tabela 1: Seleção de Cidades e Classificação Climática.

<i>Cidade</i>	<i>Classificação Nimer</i>	<i>Classificação Köppen</i>
Belo Horizonte	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Montes Claros	Quente Semiárido com 6 a 8 meses secos	As
Teófilo Otoni	Quente Úmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Formiga	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Governador Valadares	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Viçosa	Subquente Úmido com 1 a 3 meses secos	Cwa
São João del Rey	Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Uberaba	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwa
Patos de Minas	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwa
Timoteo	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Capinópolis	Quente Superúmido com 1 a 3 meses secos	Aw
Pouso Alegre	Mesotérmico Brando Úmido com 1 a 3 meses secos	Cfb
Varginha	Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a análise da morfologia urbana das cidades de interesse, foi possível indicar até quatro tipologias predominantes em cada uma delas, conforme mostra a Tabela 2. Essa tabela também informa a população das cidades, de acordo com IBGE Cidades [14], e os dois setores econômicos chaves, de acordo com a FJP [15].

Tabela 2: Tipologias e Padrões construtivos, População e Setores econômicos chaves.

<i>Cidade</i>	<i>Tipologia e Padrão Construtivo</i>	<i>População</i>	<i>Setores chaves</i>
Belo Horizonte	PPB; R8B; R8N; R16N	2.315.560	Construção; Transporte e armazenamento
Montes Claros	R1N; PPB; PPN; R8N	414.240	Transporte e armazenamento; Serviço de informação e comunicação
Teófilo Otoni	R1B; R1N; PPB; R8N	137.418	Fabricação de alimentos; Construção
Formiga	R1B; R1N; PPB; PPN	68.248	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento
Governador Valadares	R1B; R1N; PPB; PPN	257.171	Fabricação de alimentos; Construção
Viçosa	R1B; R1N; PPB; R8N	76.430	Fabricação de alimentos; Construção
São João del Rey	R1B; R1N; PPB; PPN	90.225	Transportes e armazenamento; Indústrias extrativas
Uberaba	R1B; R1N; PPB; R8N	337.836	Fabricação de alimentos; Energia
Patos de Minas	R1B; R1N; PPB; R8N	159.235	Fabricação de alimentos; Agricultura
Timoteo	R1B; R1N; PPB; R8N	81.579	Siderurgia; Construção
Capinópolis	R1B; R1N; PPB	14.655	Energia; Transportes e armazenamento
Pouso Alegre	R1B; R1N; PPB; R8N	152.271	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento
Varginha	R1B; R1N; PPB; R8N	136.467	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento

Fonte: Elaborado pelos autores.

O recorte realizado aponta para a necessidade de construção de 51 bancos de dados, número considerado satisfatório e viável de se produzir frente ao número de municípios do estado, sua diversidade climática e de morfologia urbana. Atualmente a equipe de pesquisa, dedica seus esforços para realização das simulações termoenergéticas, levantamento dos custos de serviços e materiais das envoltórias e elaboração das planilhas que irão compor a biblioteca SQLite de cada banco de dado.

5. Considerações Finais

O emprego de ferramentas de decisão multicritério representa um passo importante em direção ao cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Através desses métodos, é possível realizar uma análise integrada que considera as interdependências e os *trade-offs* entre diferentes critérios, fornecendo um panorama mais completo nas escolhas de design e construção que influenciam o ciclo de vida completo da edificação. Em outras palavras, as ferramentas MDMC permitem que os tomadores de decisão abordem as questões de sustentabilidade presentes nos projetos com a complexidade a elas inerente.

O software RESIDE emerge como um instrumento que apoia os projetistas e tomadores de decisão, que se disponibilizam a enfrentar a complexidade crescente com práticas sustentáveis, desde as fases anteriores ao projeto arquitetônico. Contudo, o uso do RESIDE é condicionado a existência prévia de banco de dados para os distintos contextos urbanos, o que atualmente não está disponível.

O procedimento para a identificação de bancos de dados representativos ora proposto é um avanço para viabilizar a utilização em larga escala desse software. Entende-se que a sobreposição de classificações socioeconômicas, culturais e políticas – estabelecidas para todo o território nacional – e climáticas permite identificar as cidades de referências para as regiões intermediárias. A identificação das tipologias construtivas mais frequentes nessas cidades leva a bancos de dados que podem ser utilizados em cidades vizinhas com mesma condição climática. Esse tipo de simplificação dos bancos de dados se torna possível, pois o ELECTRE-III é um método que responde bem a situações nas quais não se pode confiar plenamente na exatidão dos valores atribuídos aos critérios, devido ao processo de sobreclassificação, concordância e discordância que ele realiza para classificar as alternativas.

Agradecimentos

O desenvolvimento deste trabalho foi possível graças ao financiamento concedido pela FAPEMIG, por meio do edital de demanda universal, processo número APQ-00165-18, para o projeto de pesquisa intitulado “Ferramenta de apoio à tomada de decisão multicritérios considerando desempenho térmico e aquecimento de água em edificações residências: plataforma de acesso público para o estado de Minas Gerais”.

Referências

[1] MITCHELL, Melanie. Complexity: a guide tour, New York, Oxford University Press, 2009, ISBN 978-0-19-979810-0. 349 p.

- [2] EPE. NOTA TÉCNICA EPE 030/2018 Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Brasília, EPE, 2018. 43 p.
- [3] LOURA, Rejane Magiag, RAMOS, Bruno S., MAIRINK, Ana J. M., ASSIS, Eleonora S.; BASTOS, Leopoldo E. G. Multicriteria decision tool to assist in decisionmaking of housing envelop solutions and heating water system. INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENT RESEARCH, v. 09, p. 27445-27452, 2019. ISSN: 2230-9926
- [4] ROY, B. Electre- III, un algorithme de classements fondé sur une representation floue des préférences de critères multiples. Sema, Rapport de recherche n.81, Paris, 1977.
- [5] EBADI TORKAYESH, Ali; FATHIPOIR, Fariba; SAIDI-MEHRABD, Mohammad. Entropy-based multi-criteria analysis of thermochemical conversions for energy recovery from municipal solid waste using fuzzy VIKOR and ELECTRE III: case of Azerbaijan region, Iran. Journal of Energy Management and Technology, v. 3, n. 1, p. 17-29, 2019. doi: 10.22109/jemt.2018.134505.1098
- [6] BATTISTI, Fabrizio. ELECTRE III for strategic environmental assessment: a “Phantom” approach. Sustainability, v. 14, n. 10, p. 6221, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14106221>
- [7] KOSOVA, Robert; QENDRAJ, Daniela Halidini; XHAFAJ, Evgeni. Meta-analysis ELECTRE III and AHP in evaluating and ranking the urban resilience. Journal of Environmental Management & Tourism, v. 13, n. 3, p. 756-768, 2022. Online-ISSN: 2068-7729
- [8] LABED, Kaouter; HAMDADOU, Djamilia; TRIFA, Mohamed. Towards a Spatial Decision Support System for Territory Planning. The journal of contemporary issues in business and government, v. 30, n. 1, p. 25-36, 2024.
- [9] SALVADOR, Guilherme et al. ELECTRE applied in supplier selection—a literature review. Procedia Computer Science, v. 232, p. 1759-1768, 2024. ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.174>.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento, Rio de Janeiro, 2006. 91 p
- [11] IBGE. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017, Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 82p. ISBN 978-85-240-4418-2
- [12] Nimer, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, out./dez. 1979.
- [13] Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Mapa Köppen Brasil Detalhado. Disponível em <https://www2.ipef.br/geodatabase/>. Acessado em 25 de março de 2024.
- [14] IBGE. IBGE Cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acessado em 24 de março de 2024.
- [15] FJP. Regiões Geográficas Intermediárias de Minas Gerais. Disponível em <https://fjp.mg.gov.br/regioes-geograficas-intermediarias-de-minas-gerais/>. Acessado em 24 de março de 2024.

Análise do desempenho termo-energético de dormitórios condicionados artificialmente: um estudo em quatro cidades brasileiras

Thermal performance of Artificially Conditioned Bedrooms. Study in four Brazilian cities context

Juliana Yuriko Chagas Cruz Alves, Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina

juliana.cruz@posgrad.ufsc.br

Saulo Güths, Prof. Dr. Eng., Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina

saulo@lmpt.ufsc.br

Deivis Luis Marinoski, Prof. Dr. Eng., Departamento de Design e Expressão Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina

deivis.marinoski@ufsc.br

Ana Kelly Marinoski Ribeiro, Prof. Dr. Eng., Departamento de Design e Expressão Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina

ana.k.marinoski@ufsc.br

Resumo

As edificações residenciais representam um impacto significativo no consumo anual de energia elétrica. O presente artigo discute o efeito da utilização de isolante térmico nas vedações de uma tipologia de edificação unifamiliar residencial de interesse social localizada nas zonas bioclimáticas 3 e 8 do Brasil. Por meio de simulação computacional no software EnergyPlus 8.1, foram comparadas estratégias do uso de isolamento térmico em uma habitação de interesse social em quatro cidades brasileiras (Florianópolis, São Paulo, Rio de Janeiro e Natal), definindo a melhor combinação de estratégias para reduzir o consumo de energia da edificação. O melhor desempenho da edificação foi observado quando a utilização de isolante térmico é feita apenas na parte interna das paredes da envoltória.

Palavras-chave: simulação computacional; desempenho térmico; isolante térmico

Abstract

Residential buildings represent a significant impact on the annual energy consumption. This paper aims to discuss the effect of the use of thermal insulation on building seals in a single-family residential typology building located in bioclimatic zones 3 and 8 in Brazil. The comparative study is built and simulated in computer using the software EnergyPlus 8.1, it compares in each city, evaluated strategies of the use of thermal insulation in the building seals in a standard social housing project in Brazilian cities (Florianópolis, São Paulo, Rio de Janeiro, and Natal), defining the best combination of strategies to reduce the building's energy consumption. The best building performance was observed when thermal insulation was used only on the interior part of the envelope walls.

Keywords: computer simulation; thermal performance; thermal insulation

1. Introdução

A arquitetura desempenha um papel fundamental na construção de espaços físicos e influencia tanto a paisagem urbana, quanto a melhoria da qualidade de vida dos usuários. Maiores níveis de eficiência energética podem ser alcançados por meio de estratégias de projeto e cooperação entre os profissionais do setor da construção civil. Nos últimos anos, o consumo de energia tem crescido de forma acelerada. Entre os fatores que contribuíram para esse aumento estão o crescimento da população mundial, avanço das condições econômicas de países em desenvolvimento e maior busca por melhorias no conforto ambiental. Lamberts, Dutra e Pereira [1] ressaltam que o consumo energético pode ser reduzido a partir da aplicação do conhecimento em eficiência energética e conforto ambiental nos projetos por engenheiros e arquitetos.

O Brasil é um país com uma matriz energética predominantemente limpa. Em 2023, 61,9% da oferta interna de energia elétrica no país provinha de fonte hidrelétrica [2]. Entretanto, esse cenário está mudando rapidamente. Segundo o Ministério de Minas e Energia [3], a estimativa em 2030 é que o consumo de energia elétrica no Brasil seja o dobro do consumo de 2023, indicando um crescente uso de fontes não renováveis.

A crise de abastecimento de energia em 2001 foi determinante para que o país adotasse uma nova postura em relação ao consumo de energia e criasse medidas que contribuíssem para a racionalização do seu uso. A Lei 10.295 [4] – “Lei da Eficiência Energética” - entre outros resultados, promoveu a regulamentação dos níveis mínimos de eficiência energética de edificações, a partir da publicação do documento: Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, RTQ-R [5]. O objetivo dos regulamentos é determinar os métodos de avaliação e classificação do nível de eficiência energética de edificações.

No Brasil, de acordo com o Balanço Energético Nacional [2], as edificações residenciais são responsáveis por 50,9% do consumo de energia elétrica no país, sendo que 26,6% correspondem ao setor residencial, enquanto 16,6% os edifícios comerciais e 7,6% os edifícios públicos. No setor residencial, observou-se um aumento significativo na posse de equipamentos de ar-condicionado, um aumento de 9,0% entre 2005 e 2017. Este aumento decorreu das vendas de equipamentos novos no período de 2010 a 2015 [6].

Tubelo et al. [7] realizaram simulações de desempenho energético para um modelo de habitação de interesse social em cidades da Região Sul e Sudeste do Brasil. O estudo demonstra a eficácia da aplicação de isolamento térmico e a redução da infiltração de ar, e ressalta os custos associados, que inviabilizam a aplicação das estratégias propostas. Mourão [8], realizou um estudo do desempenho para uso de ar-condicionado em uma habitação de interesse social na cidade do Rio de Janeiro através de simulação computacional. O trabalho destaca as melhores estratégias de baixo custo e de leve intervenção como pintura, sombreamento, espessura de vidro e instalação de veneziana nas janelas. Ozarisoy et al.[9] realizaram um estudo em clima quente e temperado, propondo estratégias para otimização do desempenho energético do edifício, tais como o uso de isolamento térmico nas vedações, alta inércia térmica, iluminação LED e vidro duplo nas aberturas. Esses estudos apresentam a influência e importância do clima e como as definições de projeto impactam no desempenho da edificação e o consumo de energia elétrica.

O objetivo deste trabalho é analisar o efeito do emprego de isolamento térmico no desempenho energético noturno de dormitórios condicionados artificialmente para cidades localizadas nas zonas bioclimáticas 3 e 8. Foram exploradas soluções de envoltória para a construção de edificações residenciais, visando uma maior eficiência dos componentes construtivos para criar um ambiente adequado em dormitórios quando condicionados artificialmente.

2. Procedimentos Metodológicos

Neste item estão descritos todos os procedimentos metodológicos e programas utilizados para avaliar o impacto da adoção de estratégias de projeto para a envoltória de uma unidade habitacional (UH) no consumo energético do sistema de condicionamento artificial de ar. As análises foram realizadas por meio de simulações computacionais paramétricas sobre um modelo base de UH conforme as etapas a seguir:

- Definição do objeto de estudo (modelo) de uma habitação unifamiliar e da zona térmica de referência para um dormitório;
- Definição das características construtivas mais representativas da envoltória na realidade da construção civil brasileira e das estratégias a serem implementadas;
- Realização de simulações com o programa EnergyPlus 8.1 [10] utilizando como base os dados de entrada do método de simulação computacional da avaliação da envoltória segundo o RTQ-R;
- Variação de parâmetros para melhoria do desempenho energético da edificação e análise do impacto sobre os resultados.

2.1 Definição do modelo

A tipologia de edificação (Figura 1) avaliada neste trabalho foi uma unidade unifamiliar de um projeto padrão de habitação de interesse social desenvolvido pela Caixa Econômica Federal [11]. A edificação possui um pavimento em contato direto com o solo e pé-direito de 2,60 m. O programa de necessidades é composto por uma cozinha, um banheiro e três ambientes de permanência prolongada: uma sala de estar e dois dormitórios. A orientação da abertura do dormitório analisado é para o oeste.

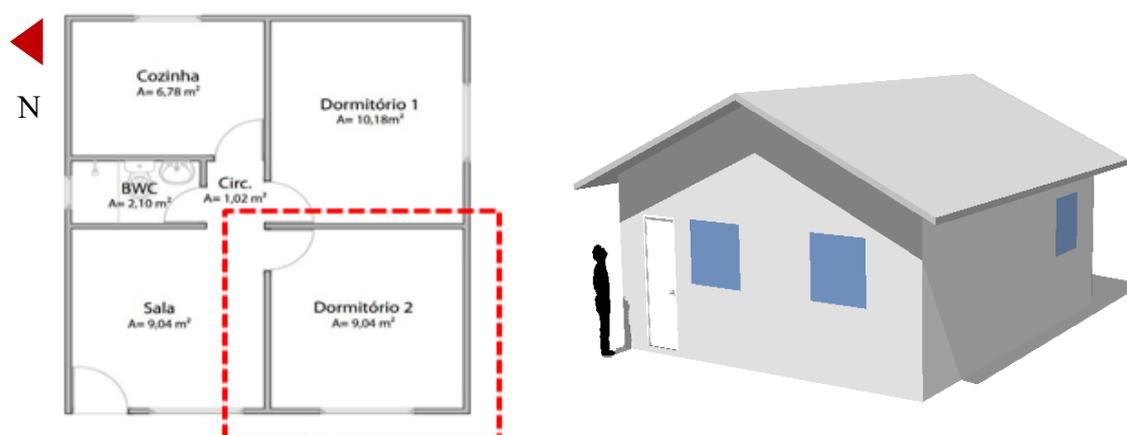


Figura 1: Planta baixa e maquete eletrônica da edificação unifamiliar. Fonte: adaptado [11].

2.2 Propriedades envoltória

As edificações residenciais brasileiras comumente utilizam como fechamento opaco: parede de bloco de alvenaria, parede de bloco de concreto e parede de concreto maciço. No presente estudo foi empregado paredes de bloco de concreto e cobertura com forro em PVC, estrutura de madeira e telha cerâmica. As configurações dos principais componentes construtivos e as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas paredes encontram-se apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2 a seguir.

Tabela 1: Propriedades dos componentes construtivos - Materiais das paredes e cobertura.

Componente construtivo	Material	Espessura [cm]	Transmitância térmica [W/m ² K]	Capacidade térmica [kJ/m ² K]
Parede de bloco de concreto	Reboco	2,50	2,69	272
	Bloco de concreto	19,00		
	Reboco	2,50		
Cobertura telha cerâmica com forro PVC	Forro PVC	1,00	1,71	21
	Câmara de ar	> 5,00		
	Telha cerâmica	.1,00		
	Câmara de ar	> 5,00		
	Telha cerâmica	.1,00		

Fonte: Autores.

Tabela 2: Propriedades do isolamento térmico.

Propriedade/Material	Poliestireno expandido
Condutividade [W/m.K]	0,04
Densidade [kg/m ³]	25
Calor específico [J/kg.K]	1420
Emitância	0,90
Absortância solar	0,30

Fonte: Autores.

2.3 Análise dos dados obtidos - Consumo energético

Para cada caso simulado foi solicitado um relatório contendo o consumo de energia anual do sistema de condicionamento de ar (kWh e/ou MWh), com o consumo total tanto a carga para resfriamento e aquecimento do ar. Os resultados de consumo para condicionamento de ar serviram de base para a análise de influência da variação de parâmetros no comportamento energético do modelo.

2.4 Análise dos Aspectos Sociais e Ambientais

Os impactos sociais e ambientais são aspectos importantes a serem considerados diante da adoção de estratégias de uso de isolamento térmico em projetos de habitações. A avaliação de impactos sociais consiste na avaliação de uma ação sobre o meio antrópico, ou seja, sobre as pessoas, sobre a população, sobre a comunidade do entorno. A preocupação central da avaliação de impactos sociais não é apenas a identificação ou mitigação de efeitos negativos, mas sim o comprometimento para com o desenvolvimento

e melhora da qualidade de vida. Os impactos ambientais estão relacionados, de modo geral, com a conservação dos recursos naturais e também a proteção do meio ambiente local.

3. Resultados

Os resultados obtidos caracterizaram a influência de cada parâmetro sobre a edificação: tipos de paredes; tipos de coberturas; tipos de janela; orientação; uso de isolamento na envoltória; e com ou sem ventilação natural diurna.

3.1 Desempenho energético – utilização de isolamento

Neste item são apresentados os resultados para cada cidade analisada do desempenho energético quando variando: (a) sem uso de isolamento nas paredes e coberturas, (b) uso de isolamento nas paredes, (c) uso de isolamento nas coberturas e (d) uso de isolamento em paredes e coberturas. Os parâmetros fixos e variáveis utilizados para simulação estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros utilizados para simulação.

Parâmetros fixos		Parâmetros variáveis	
Tipo de Parede	Bloco de concreto	Uso de isolamento	Sem isolamento Com isolamento nas paredes Com isolamento na cobertura Com isolamento nas paredes e na cobertura
Tipo de cobertura	Cobertura telha cerâmica, estrutura de madeira e forro PVC	Localização	Florianópolis São Paulo Natal Rio de Janeiro
Tipo de janelas	Vidro simples sem persiana	Ventilação diurna	Sem ventilação diurna Com ventilação diurna
Orientação	Orientação 1 Janela dormitório voltada ao oeste		Obs.: Para análise do posicionamento do isolante térmico, adotou-se a edificação com ventilação diurna

Fonte: Autores.

Na cidade de Florianópolis (Figura 2a), verificou-se que a melhoria no desempenho energético ocorreu quando utilizou-se isolamento nas paredes, na parte interna do componente - redução de 4,4% (0,72 kWh/m².ano). No entanto, na cobertura, ao utilizar o isolamento na parte interna, observou-se um leve aumento no consumo. Não há diferença significativa ao inverter as posições do isolante térmico nos componentes.

Ao deixar as aberturas da unidade habitacional fechadas durante o dia, o desempenho energético foi prejudicado. A redução mais significativa do consumo de energia elétrica ocorreu quando houve ventilação diurna e não ocorreu isolamento – a redução foi de 13,6% (2,61 kWh/m².ano). Quando utilizou-se isolante nas paredes, a redução foi de 11,2%, com isolante na cobertura de 12,6% e quando utilizou isolamento nas paredes e na cobertura, a redução foi de 12,0%.

Em São Paulo (Figura 2b), verificou-se que ocorreu uma melhoria no desempenho energético quando utilizou-se isolamento nas paredes, na parte interna do componente, com uma redução de 4,6% (0,38 kWh/m².ano). Na cobertura, ao utilizar o isolamento na

parte interna observou-se um leve aumento no consumo. Não houve diferença significativa ao inverter as posições do isolante nos componentes.

Ao deixar as aberturas da unidade habitacional fechadas durante o dia, o desempenho energético foi prejudicado. A redução mais significativa do consumo de energia elétrica ocorreu quando houve ventilação diurna e isolamento nas paredes e cobertura – a redução foi de 23,3% (2,63 kWh/m².ano). Ao utilizar isolante térmico nas paredes, o aumento foi de 21,4%, e com isolante na cobertura, o aumento foi de 20,1%. Quando não adotou-se isolamento térmico nas paredes e cobertura, a redução foi de 18,1%.

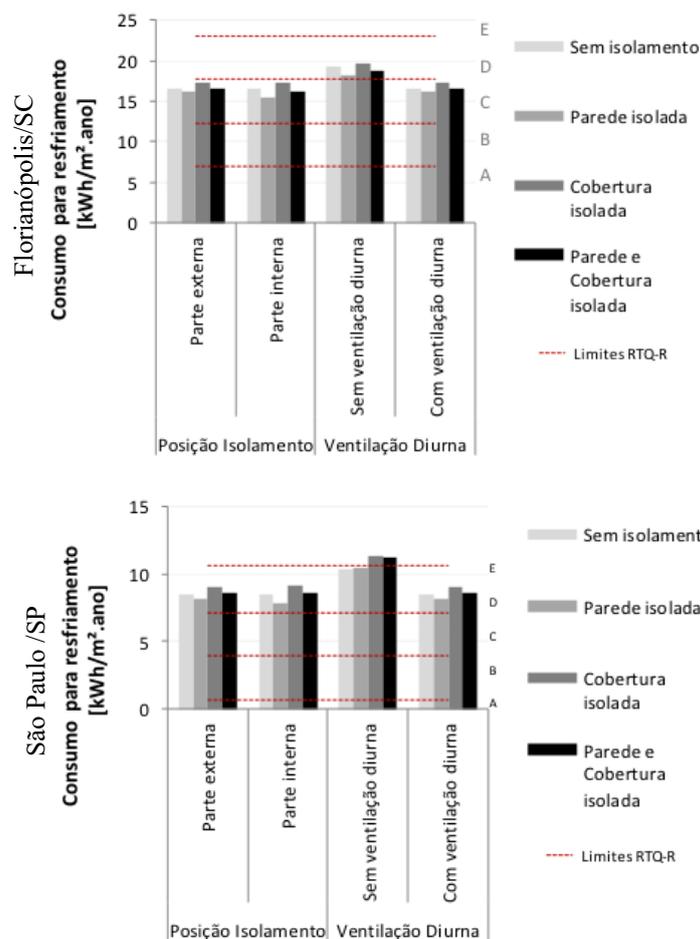


Figura 2: Consumo para resfriamento – (a) Florianópolis/SC e (b) São Paulo, zona bioclimática 3.
Fonte: Autores.

Na cidade de Natal (Figura 3a), verificou-se que a melhoria no desempenho energético ocorreu quando utilizou-se isolamento nas paredes, na parte interna do componente, obteve-se uma redução de 6,0% (0,38 kWh/m².ano), seguido de uma redução de 5,9% quando há isolamento nas paredes e cobertura, na parte interna do componente. Não houve diferença significativa ao inverter as posições do isolante térmico no componente da cobertura.

Ao deixar as aberturas da unidade habitacional fechadas durante o dia, o desempenho energético foi prejudicado. A redução do consumo de energia elétrica mais significativa ocorreu quando ocorreu ventilação diurna e isolamento na cobertura, com redução de 6,1% (4,69 kWh/m².ano). Quando utilizou-se isolamento térmico nas paredes, a redução foi de

1,7%. Com a utilização de isolamento térmico nas paredes e cobertura, a redução foi de 1,9% e quando não há isolamento, a redução foi de 3,4%.

No Rio de Janeiro (Figura 3b), verificou-se que há melhoria no desempenho energético quando foi utilizado isolamento térmico nas paredes, na parte interna do componente, uma redução de 6,0% (2,92 kWh/m².ano), seguido de uma redução de 5,4% quando adotou-se isolamento térmico nas paredes e cobertura, na parte interna dos componentes. Na cobertura, ao utilizar o isolamento na parte interna obteve-se um leve aumento no consumo.

Ao deixar as aberturas da unidade habitacional fechadas durante o dia, o desempenho energético também foi prejudicado. A redução do consumo de energia elétrica mais significativa ocorreu quando adotou-se ventilação diurna e isolamento térmico na cobertura, com redução de 9,5% (5,11 kWh/m².ano). Quando utilizou-se isolamento térmico nas paredes, a redução é de 6,1%; com isolamento térmico nas paredes e coberturas, a redução foi de 5,3%; e quando não foi usado isolamento, a redução foi de 7,6%.

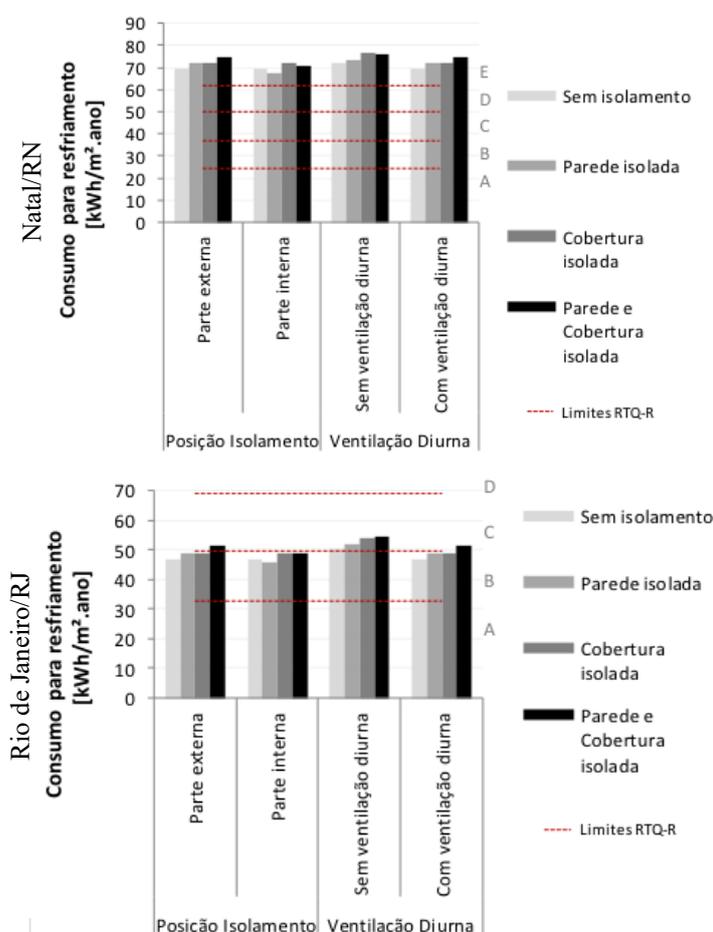


Figura 3: Consumo para resfriamento – (a) Natal/RN e (b) Rio de Janeiro/RJ, zona bioclimática 8.
Fonte: Autores.

A análise realizada nas quatro cidades demonstrou que, mesmo com a presença de isolamento térmico, o desempenho térmico das edificações foi comprometido na ausência de ventilação diurna. Com este resultado, ressalta-se a implementação de mecanismos que

favoreçam a ventilação diurna, tais como janelas basculantes ou venezianas ventiladas. A adoção dessas estratégias possibilita a circulação do ar mesmo quando os espaços residenciais não estão ocupados.

3.2 Aspectos Sociais e Ambientais

Um dos principais impactos sociais observados neste estudo foi com relação à melhoria da sensação de conforto térmico dos usuários (aspectos relativos à qualidade de vida e bem-estar dos moradores). Verificou-se a redução no consumo de energia elétrica da habitação avaliada e consequente redução na fatura (benefícios financeiros), que também se enquadra como um impacto social.

Em relação aos aspectos ambientais, destaca-se que maiores níveis de eficiência energética contribuem para redução das emissões de carbono associadas à geração de eletricidade e outros efeitos no meio ambiente. Também contribui para evitar crises energéticas, conhecidas popularmente como apagões, o que resulta também em muitas perdas financeiras. Além disso, a redução das emissões de carbono contribui para a mitigação das mudanças climáticas.

4. Considerações Finais

O artigo analisou o efeito do emprego de isolamento térmico no desempenho energético noturno em dormitórios condicionados artificialmente para cidades localizadas nas zonas bioclimáticas 3 e 8. Com base nos resultados, o melhor desempenho termo-energético, devido ao uso de isolante térmico, ocorreu quando a sua aplicação foi feita apenas nas paredes, em sua parte interna. Ao utilizar isolamento na cobertura no sistema construtivo proposto pelo método, houve um aumento no consumo por resfriamento, por não permitir a dissipação do calor interno adquirido ao longo da noite.

O estudo apresentou o impacto do uso de isolamento térmico nas paredes e cobertura no desempenho térmico da edificação. Através da simulação computacional de estratégias para a envoltória de edificações residenciais, foi possível configurar a melhor tipologia, onde ocorreu redução do ganho de calor nos ambientes e, consequentemente, maior conforto por parte dos usuários, além de redução do consumo de energia elétrica em dormitórios condicionados artificialmente. Outro fator são os indicadores de conforto ambiental com as estratégias de projeto deste estudo, como a utilização de isolamento térmico é relacionada com o nível de ruído externo, além de que, adotar uma ventilação diurna constante, a renovação de ar proporcionará qualidade de ar no interior da residência. É evidente que o conhecimento dos impactos sociais e ambientais da adoção de estratégias para desempenho energético em habitações precisa ser ampliado. São necessárias mais pesquisas incentivando o uso de isolamento térmico em habitações residenciais, investigando como os aspectos socioambientais podem influenciar a concepção, desenvolvimento e operação dos projetos.

Para trabalhos futuros, sugere-se estudos sobre outras estratégias de projeto como outro padrão de uso, com maior carga interna, maior número de ocupantes e de equipamentos. Também se sugere a análise do impacto com diferentes materiais de isolantes térmico, a aplicação desses estudos em outros climas e uma análise em longo prazo do desempenho das edificações após a implementação das medidas. Com base nesses estudos, cria-se referências para a fase de projeto de novas construções de habitações de interesse social.

Referências

- [1] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, O. R. F. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ª ed. São Paulo: PW, 2004. 188 p.
- [2] BEN. Balanço Energético Nacional 2023 – Ano base 2022: Relatório Síntese. Empresa de Pesquisa Energética – EPE Rio de Janeiro, 2023.
- [3] PNEf. Plano Nacional de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- [4] BRASIL. Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. In: Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001b.
- [5] BRASIL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. Portaria n.º 17, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Rio de Janeiro, 2012. Acesso em: 06 ago. 2013. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001960.pdf>.
- [6] EPE. Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial 2019. Disponível em: <https://q.elektrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>. Acesso em: ago. 2023.
- [7] TUBELO, R.; RODRIGUES, L.; GILLOTT, M.; SOARES, J. C. G. Cost-effective envelope optimisation for social housing in Brazil's moderate climates zones. *Building and Environment*, v. 133, p. 213-227, 2018.
- [8] MOURAO, F.; OLIVEIRA, R. D.; AZEVEDO, R. C. Influência dos fatores projetuais no consumo elétrico para ar condicionado: um estudo de caso em uma habitação popular em clima tropical úmido. *Engineering and Science* 2023, 12:2.
- [9] OZARISOY, Bertug; ALTAN, Hasim. Low-energy design strategies for retrofitting existing residential buildings in Cyprus. *Engineering Sustainability*, v. 172. Issue 5, p.241-255, 2019. <https://doi:10.1680/jensu.17.00061>
- [10] ENERGYPLUS, versão 8.1.0. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2018. Disponível em: <https://energyplus.net/>. Acesso em: 25 maio 2024.
- [11] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares| 42m². Vitória, 2007. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/download/>.

Patrimônio cultural em tempos de crise climática: estado da arte

Cultural heritage in times of climate crisis: state of the art

Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda, UFSC

ernestinaengel@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Dra, UFSC.

lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

Atualmente, as mudanças climáticas representam obstáculos à sociedade, impondo diversos desafios às cidades e à preservação de seu patrimônio cultural. O trabalho possui como objetivo apresentar o estado da arte sobre as pesquisas dos impactos dos eventos climáticos nos sítios com interesse de preservação. Os procedimentos metodológicos compreenderam quatro etapas: delimitação do tema e pergunta de pesquisa; busca em bases de dados acadêmicos; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, e análise dos materiais. Os estudos encontrados revelam lacunas e necessidade de abordagem integrativa na preservação do patrimônio cultural, diante dos impactos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: mudanças climáticas; patrimônio cultural; sustentabilidade urbana;

Abstract

Climate change is currently posing obstacles to society, imposing various challenges on cities and the preservation of their cultural heritage. The aim of this paper is to carry out a state-of-the-art study on research into the impacts of climate events on sites of interest for preservation. The methodological procedures comprised four stages: delimiting the theme and research question; searching academic databases; establishing inclusion and exclusion criteria, and analyzing the materials. The studies found reveal gaps and the need for an integrative approach to the preservation of cultural heritage in the face of the impacts of climate change.

Keywords: climate change; cultural heritage; urban sustainability;

1. Introdução

Na atualidade, as mudanças climáticas representam obstáculos à sociedade, impondo diversos desafios. Dentre eles, a necessidade de garantir um ambiente sustentável para as próximas gerações. Os eventos climáticos extremos vêm aumentando gravemente com o passar do tempo (Roaf; Crichton; Nicol, 2023) [1]. O Relatório de Mudanças Climáticas do IPCC (2023) [2] aponta que as atividades humanas são as principais causadoras do aquecimento global. Em áreas urbanas, o fenômeno causa efeitos adversos na saúde humana, nos meios de subsistência e segurança alimentar. Ademais, as alterações geram impacto nas cidades e nos seus usuários, por fatores como o aumento das temperaturas médias, redução das amplitudes diárias e maior frequência de eventos extremos (IPCC, 2023; Alvez, 2019; ONU, 2022) [2, 3 e 4]. Em consequência disso, seus efeitos acentuam as desigualdades, colocando em risco as populações mais vulneráveis e ocasionando problemas sociais (Iwama, 2016; Peiter; Maluf; Rosa, 2011) [5 e 6].

Dentro desse contexto, insere-se o desafio para a preservação do patrimônio, composto por bens passíveis de sofrerem efeitos dos eventos climáticos. Os conjuntos urbanos com interesse de preservação enfrentam maior vulnerabilidade devido às interações entre aspectos naturais, culturais e sociais. A salvaguarda do patrimônio é uma crescente preocupação, visto que os eventos climáticos extremos e a elevação da temperatura média podem acelerar a degradação dos bens protegidos. Os núcleos urbanos e seu entorno devem ser protegidos contra os efeitos das alterações climáticas, cada vez mais frequentes (ICOMOS, 2011) [7]. Ademais, ao abordar essa questão, é essencial considerar, além do impacto físico, as implicações sociais e culturais das intervenções (Iwama, 2016; Peiter; Maluf; Rosa, 2011; IPCC, 2020) [5, 6 e 8].

Com as mudanças climáticas, os sítios de interesse cultural enfrentam ameaças crescentes. Segundo os princípios de La Valletta (ICOMOS, 2011) [7], as áreas históricas estão sujeitas a mudanças contínuas, que impactam todos os elementos que constituem esses locais, incluindo aspectos naturais, humanos, tangíveis e intangíveis. De forma geral, as edificações são mais vulneráveis, sujeitas a alterações físicas e estruturais, a partir do fenômeno de intemperismo. Logo, as questões climáticas agravam a problemática, podendo acelerar a degradação a partir de fenômenos como a porosidade, estresse térmico e corrosão (Pereira; Paes; Pasini, 2023; Ziebell *et al.*, 2023) [9 e 10]. Esses fatores colocam em risco tanto edificações isoladas, como conjuntos e áreas de interesse ambiental. Torna-se essencial compreender os potenciais impactos e desenvolver estratégias de mitigação a eventos extremos, visando preservar tanto a memória quanto o ambiente.

Aproximando a questão ao contexto urbano, sabe-se que as cidades são os principais consumidores de energia e agentes na emissão de gases do efeito estufa (ONU, 2022) [4]. Por conseguinte, os meios urbanos são fontes de alterações climáticas de caráter antrópico, pela concentração de habitantes, edifícios e infraestruturas que, se não tratadas de forma responsiva, podem gerar impactos ambientais e climáticos. Portanto, o planejamento com foco nas mudanças climáticas em áreas urbanas deve considerar a interação entre as ações de mitigação e adaptação (Grafakos *et al.*, 2020) [11].

Tendo como base esses aspectos, o objetivo geral do trabalho é apresentar um estado da arte sobre os estudos dos impactos dos eventos climáticos nos sítios com interesse de preservação. Além disso, objetiva-se discutir os principais resultados das pesquisas, entendendo as principais lacunas do conhecimento relacionadas aos impactos das mudanças climáticas no patrimônio cultural.

2. Procedimentos Metodológicos

O trabalho buscou estabelecer o estado da arte, com as seguintes etapas:

Etapa 01 - Delimitação do tema e pergunta de pesquisa: a busca inicial envolve os termos Patrimônio Cultural e Mudanças Climáticas. Com base nisso, a pesquisa busca responder à seguinte questão: quais as principais pesquisas que tratam dos impactos das mudanças climáticas nas áreas com valor cultural?

Etapa 02 - Pesquisa em bases de dados acadêmicas: busca em bancos de dados diversos, sendo eles: *Scielo*, *Scopus*, Periódicos Capes; Catálogo de Teses e Dissertações e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). As strings inseridas nas plataformas foram: "climatic changes" OR "climate variations" AND "cultural heritage sites" OR "cultural heritage preservation"; e "patrimônio cultural" AND "mudanças climáticas".

Etapa 03 - Estabelecimento de critérios de inclusão ou exclusão para os materiais encontrados: para análise, foram considerados revisões sistemáticas e trabalhos empíricos. Não houve delimitação de local do estudo. O período de publicação considerado compreende os últimos 10 anos (2013 a 2023). Foram procurados e avaliados artigos científicos publicados em periódicos e em eventos científicos nas bases Scielo, Scopus e Portal de Periódicos da Capes.

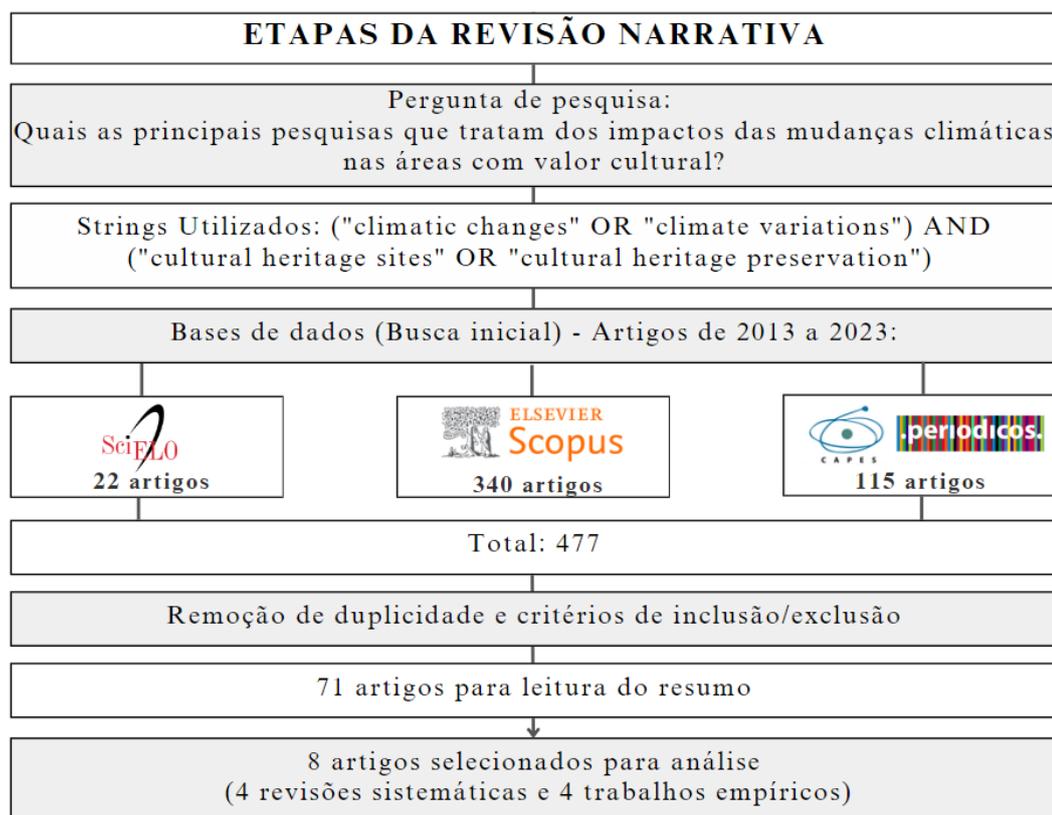


Figura 1: Síntese das etapas da revisão. Fonte: elaborado pelos autores.

Como as strings utilizadas são abrangentes, houve a necessidade de filtragem dos artigos encontrados. Em um primeiro momento, foram considerados os títulos, para uma primeira filtragem. Foram removidos estudos que tratavam, por exemplo, de estudos das ciências biológicas e agrárias, e também estudos que não correspondiam à área dos estudos de patrimônio cultural. Com a filtragem, restaram 71 artigos. Aprofundou-se na leitura dos

resumos, para seleção dos artigos incluídos na revisão, resultando em 4 revisões sistemáticas e 4 trabalhos empíricos.

Etapa 04 - Análise dos materiais: a partir das pesquisas e trabalhos científicos encontrados, foram identificadas as pesquisas que abordam os efeitos dos eventos climáticos e as estratégias para mitigação dos efeitos em áreas com patrimônio cultural. Além disso, foram avaliadas as lacunas de conhecimento na área.

3. Estado da arte: mudanças climáticas em áreas com interesse de preservação

Na literatura atual, diversos estudos tratam das questões de adaptação do patrimônio às condições climáticas. Dentre eles, foram encontradas quatro revisões sistemáticas, publicadas entre 2021 e 2023, analisadas a seguir.

O primeiro trabalho, de Sesana, *et al.* (2021) [12], traz uma revisão sistemática sobre os impactos das mudanças climáticas no patrimônio cultural. Após buscas sistemáticas e critérios específicos de inclusão e exclusão, foram analisados 100 artigos, publicados em periódicos, capítulos de livros e eventos. O trabalho classificou as pesquisas em três temáticas chave, sendo elas: patrimônio cultural exposto (ambiente externo); interiores dos edifícios e acervos; e impacto dos eventos extremos no ambiente físico e natural. Sobre os impactos ao patrimônio edificado, foram identificadas outras três categorias principais: mudanças nas temperaturas, nas precipitações e nos ventos. No caso dos interiores dos edifícios e acervos, os principais desafios são as degradações mecânicas, químicas e biológicas. Por fim, na categoria de eventos que afetam o ambiente físico, os principais problemas relacionados às mudanças climáticas são inundações, aumento do nível do mar e impactos costeiros, mudanças nas características dos oceanos (temperatura, salinidade e acidez), descongelamento de solos e secas e calor extremo [12].

Assim, os autores apontam que as mudanças climáticas podem agravar a exposição do patrimônio cultural a estressores diversos. Apesar da predominância de pesquisas no cenário europeu, foram incluídos artigos de estudos na América do Norte, Austrália e Nova Zelândia. Como lacunas, os autores trazem que a maioria das pesquisas não considera as incertezas ao projetar os reais impactos das mudanças climáticas. Recomendam, assim, a utilização de um conjunto de cenários, que seja capaz de captar as incertezas e identificar a real vulnerabilidade aos eventos climáticos adversos. Como considerações finais, os autores recomendam pesquisas em outras regiões, buscando ferramentas e práticas para gerenciar o patrimônio cultural frente à atual condição climática [12].

O segundo estudo, de Orr, S. A.; Richards, J.; Fatorić, S. (2021) [13] realizou uma revisão entre os anos de 2016 a 2020, sobre o impacto das mudanças climáticas ao patrimônio cultural. O trabalho foi publicado em 2021 e analisou um total de 165 publicações. Os autores apontam a predominância dos estudos no cenário europeu, e poucos estudos com foco na relação entre as mudanças climáticas e o patrimônio imaterial. Além disso, citam que o campo de estudo está em crescimento, e possui diversidade de pesquisas e metodologias. Apesar disso, os estudos continuam poucos em comparação com publicações que tratam dos impactos físicos em edificações. Os autores alertam para a necessidade de pesquisas que abordem a complexidade do tema, trazendo estratégias práticas para ação na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em sítios de preservação cultural.

Em seguida, analisou-se o trabalho de Quesada-Ganuza, *et al.* (2021) [14], sobre as ameaças das mudanças climáticas ao patrimônio urbano. O trabalho possui formato de revisão sistemática e crítica da literatura, a partir do banco de dados da Web of Science e Scopus. Após aplicação de buscas e critérios de inclusão e exclusão, foram analisados 29 artigos, de periódicos e eventos, publicados em inglês, entre 2015 e 2020. Grande parte dos trabalhos (22 artigos) tratam de problemas relacionados a inundações e aumento do nível do mar.

Os autores apontam que a principal lacuna está na ausência de uma visão integrada dos riscos ao patrimônio cultural em áreas urbanas, considerando, além dos aspectos físicos, os impactos nos sistemas socioeconômicos, culturais e governamentais. Também apontam a necessidade de avaliação de outros impactos nas áreas urbanas, para além das inundações. Os impactos citados incluem as mudanças drásticas de temperatura. Além disso, segundo os autores, é necessário aprofundar os estudos sobre os impactos das mudanças climáticas ao patrimônio urbano e seus valores culturais, a fim de buscar a resiliência e a sustentabilidade do ambiente ao qual se inserem. Ademais, apontam que o patrimônio cultural é parte essencial do senso de lugar e pertencimento, essenciais na sustentabilidade de qualquer comunidade em que existam áreas de preservação. Salientam a necessidade de ferramentas práticas aos agentes do planejamento urbano, para traçar estratégias de proteção do patrimônio urbano [14].

A última revisão encontrada na busca, dos autores Nguyen, K. N. Baker, S. (2023) [15], compreende uma revisão sistemática de literatura, entre os anos de 2008 a 2021, sobre as mudanças climáticas em sítios listados como patrimônio cultural da UNESCO. O trabalho foi publicado em 2023, e analisou 58 artigos, disponíveis nos sites Scopus e Google Scholar. O trabalho aponta o crescimento dos números de publicações sobre o tema após 2018, em sua maioria correspondendo a estudos de caso, seguidos de estudos conceituais e de revisão. Além disso, também nota-se a predominância de estudos sobre sítios com interesse natural de preservação, e poucos estudos realmente voltados a áreas com patrimônio cultural. Ademais, apontam a concentração de estudos sobre o tema em países do norte, com ausência de estudos substanciais no sul global.

Quanto aos trabalhos empíricos e teóricos, foram analisados quatro artigos, publicados entre 2017 e 2023. O primeiro estudo empírico analisado foi realizado pelos autores Marsella, S.; Marzoli, M. (2017) [16]. O trabalho aborda a interface entre cidades inteligentes e patrimônio cultural, tratando da proteção das áreas históricas urbanas dos efeitos das mudanças climáticas. Dessa forma, o estudo traz a integração entre monitoramento climático de sítios de interesse cultural com a temática das cidades inteligentes, em um estudo de caso sobre o projeto STORM. O projeto teve como objetivo a criação de sistemas de informações para gerenciamento de danos ao patrimônio cultural. Assim, existem três áreas principais de foco: prevenção, intervenção e políticas de planejamento. Utilizam-se tecnologias digitais e computacionais, como o IoT, para integrar dados coletados em cidades inteligentes, com o objetivo de avaliar e proteger o patrimônio cultural urbano.

Em seguida, avaliou-se o trabalho de Dastgerdi, A. S.; Sargolini, M.; Pierantoni, I. (2019) [17], sobre os desafios das mudanças climáticas às políticas de preservação atuais. O artigo foi publicado em 2019, e procura debater o conceito de patrimônio cultural como fator negligenciado no desenvolvimento de políticas de resiliência climática. O estudo analisou os dados dos relatórios da UNESCO, de 2006 a 2019, sobre os principais impactos das mudanças climáticas. Ao total, foram encontrados dados sobre ameaças provenientes das alterações climáticas em 46 sítios considerados Patrimônio Mundial - cultural e natural.

O trabalho aponta diferentes tipos de riscos e dificuldades na preservação desses sítios, que ressaltam a necessidade de repensar as atuais políticas patrimoniais. Segundo os autores, as incertezas sobre os efeitos das mudanças climáticas demandam um novo olhar sobre o patrimônio cultural. Assim, sugere-se a adoção de um modelo de valorização do patrimônio enquanto recurso dinâmico, considerando as especificidades de cada território. No modelo abordado, seriam envolvidos os diferentes agentes relacionados à questão, envolvendo responsáveis pelo planejamento, pesquisadores e comunidade [17].

Posteriormente, o trabalho de Xiao, *et al.* (2021) [18], traz um estudo sobre a otimização da preservação de vários tipos de estruturas históricas frente às mudanças climáticas. A pesquisa realiza estudo de caso sobre parques costeiros e áreas de recreação, que estão enfrentando desafios resultantes dos efeitos adversos das mudanças climáticas. Dessa maneira, propõe a elaboração de modelos de gestão de riscos para preservação de estruturas históricas em áreas costeiras, sujeitas a alterações climáticas de forma direta. O modelo proposto busca a análise de viabilidade de intervenções a partir de financiamento para manutenção periódica.

Por fim, analisou-se o trabalho de Smith, M. E.; Ortman, S. G.; Lobo, J. (2023) [19], que aborda as relações entre sítios com interesse de preservação, mudanças climáticas e ciências urbanas. A pesquisa aponta possibilidades para que as análises arqueológicas patrimoniais possam contribuir como fonte de conhecimento para a ciência climática urbana. Assim, os autores propõem a necessidade da descolonização das pesquisas sobre mudanças climáticas e patrimônio, e ainda, criar uma ciência urbana também descolonizada, buscando a resiliência climática nos saberes tradicionais.

4. Considerações Finais

Com as mudanças climáticas, os sítios de interesse cultural enfrentam ameaças crescentes. Torna-se essencial compreender os potenciais impactos e desenvolver estratégias de mitigação a eventos extremos, visando preservar tanto a memória quanto o ambiente. No que diz respeito a estratégias de adaptação, são necessários estudos aprofundados sobre os padrões climáticos locais. Consequentemente, modelos de simulação climática adaptados podem auxiliar na elaboração de estratégias que preservem o ambiente e fortaleçam a sua resiliência ambiental a longo prazo.

Observa-se que, embora seja amplamente reconhecido que as mudanças climáticas acarretam impactos no patrimônio, existem lacunas na compreensão dos prejuízos no patrimônio cultural, seja ele edificado ou natural. Muitas áreas de interesse patrimonial ainda não receberam avaliações substantivas, carecendo de estudos detalhados sobre a exposição a eventos climáticos extremos. Adicionalmente, emerge a necessidade de desenvolver e implementar tecnologias e ferramentas inovadoras capazes de aprimorar o monitoramento, a avaliação e a preservação do patrimônio frente aos desafios impostos pela atual crise climática.

A partir dos artigos analisados, nota-se que o campo de estudo é amplo, e requer uma abordagem multidisciplinar, que comporte a complexidade do tema. As revisões sistemáticas analisadas convergem ao ressaltar a necessidade de trabalhar as diferentes lacunas apontadas, que vão desde a predominância de estudos em certas regiões geográficas até a carência de uma abordagem holística, considerando não apenas os aspectos físicos, mas também os impactos socioeconômicos, culturais e governamentais. Dessa forma, a variedade de estudos

nos últimos anos revela uma área do conhecimento em expansão. Apesar disso, é necessário o desenvolvimento de práticas e ações que garantam a resiliência e a preservação do patrimônio cultural em âmbito global.

No caso dos estudos empíricos e teóricos, nota-se o avanço na compreensão e na abordagem das intersecções entre mudanças climáticas e patrimônio cultural. Os trabalhos destacam a complexidade dessas relações e mostram perspectivas sobre como enfrentar os desafios emergentes da situação climática atual. Desde a utilização de tecnologias digitais para monitoramento do patrimônio até às reflexões sobre as políticas de preservação frente às incertezas climáticas, os trabalhos convergem para a urgência de estudos integrativos e dinâmicos.

Referências

- [1] ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **A Adaptação de Edificações e Cidades às Mudanças Climáticas**: Um guia de sobrevivência para o século XXI. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- [2] IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. 35–115 p.
- [3] ALVEZ, C. A. **A produção recente de edifícios residenciais em São Paulo**: desempenho e conforto térmico no contexto urbano e climático em transição. 2019. Universidade de São Paulo, 2019.
- [4] ONU. **Relatório climático da ONU**: estamos a caminho do desastre, alerta Guterres. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/176755-relatório-climático-da-onu-estamos-caminho-do-desastre-alerta-guterres>. Acesso em: 04 jan. 2024.
- [5] IWAMA, A. Y. Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, v. XIX, n. 2, p. 95–118, 2016.
- [6] PEITER, G; MALUF, R; ROSA, T. (Coord.). **Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação**: parte 1 - Mobilização e iniciativas de adaptação; parte 2 - Populações vulneráveis e agenda pública no Brasil. Rio de Janeiro: COEP, 2011. 288 p. (Coleção COEP. Cidadania em rede 5).
- [7] ICOMOS. International Council on Monuments and Sites. The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas. *In: XVII ASSEMBLÉE GENERALE ICOMOS*, 2011, Paris. [...]. Paris: 2011.
- [8] IPCC. Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima. **Mudança do clima e terra**: Relatório especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar, e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2020.
- [9] PEREIRA, N. B.; PAES, C. F. C.; PASINI, P. Patrimônio, sustentabilidade e mudanças climáticas: estado da arte e perspectivas para um mundo informatizado. *In: PAES, C. F. C.;*

GONÇALVES, P. H. **As mudanças climáticas em sítios com valor cultural**. São Paulo: Blucher, 2023. p. 13-30.

[10] ZIEBELL, *et al.* Clima Urbano e Mudanças Climáticas no Patrimônio. *In: PAES, C. F. C.; GONÇALVES, P. H. As mudanças climáticas em sítios com valor cultural*. São Paulo: Blucher, 2023. p. 87–100.

[11] GRAFAKOS, *et al.* Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe: A systematic assessment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 121, p. 109623, 1 abr. 2020.

[12] SESANA, *et al.* Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 12, n. 4, 1 jul. 2021.

[13] ORR, S. A.; RICHARDS, J.; FATORIĆ, S. Climate Change and Cultural Heritage: A Systematic Literature Review (2016–2020). **The Historic Environment: Policy & Practice**, v. 12, n. 3–4, p. 434–477, 2 out. 2021.

[14] QUESADA-GANUZA, *et al.* Do we know how urban heritage is being endangered by climate change? A systematic and critical review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. Elsevier Ltd, 1 nov. 2021.

[15] NGUYEN, K. N.; BAKER, S. Climate Change and UNESCO World Heritage-Listed Cultural Properties: A Systematic Review (2008–2021). **Heritage MDPI**, 1 mar. 2023.

[16] MARSELLA, S.; MARZOLI, M. Smart Cities and Cultural: Heritage Protecting historical urban environments from climate change. *In: Proceedings of the 2017 IEEE 14th international conference on networking, sensing and control (ICNSC 2017)*, 2017, Calabria, ITALY. [...]. Calábria, ITALY: IEEE, 2017. p. 281–286.

[17] DASTGERDI, A. S.; SARGOLINI, M.; PIERANTONI, I. Climate change challenges to existing cultural heritage policy. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 19, 1 out. 2019.

[18] XIAO, *et al.* Optimizing preservation for multiple types of historic structures under climate change. **Landscape and Urban Planning**, v. 214, 1 out. 2021.

[19] SMITH, M. E.; ORTMAN, S. G.; LOBO, J. Heritage sites, climate change, and urban science. **Urban Climate**, v. 47, 1 jan. 2023.

Análise de unidades habitacionais multifamiliares do bairro de clima positivo: O caso de Pedra Branca, SC/BR.

Analysis of multifamily housing units in the neighborhood with a positive climate: The case of Pedra Branca, SC/BR

Natália Vinagre F., PhD Candidate em Arquitetura, Universidade de Lisboa

nataliafonseca@edu.ulisboa.pt

António Castelbranco, Doutor em Arquitetura, Universidade de Lisboa

aacastelbranco@gmail.com

Joana Mourão, Doutora em Arquitetura, Universidade de Lisboa

joana.mourao@tecnico.ulisboa.pt

Tarciana Andrade, Doutora em Design, Universidade de Lisboa em regime de cotutela com a Universidade Federal de Pernambuco

andrade.tarci@gmail.com

Resumo

Diante da crise climática global, é urgente realizar ações que colaborem com a redução das emissões de gás de efeito estufa, na intenção de alcançar os objetivos previstos no Acordo de Paris. Nesse sentido, fez-se necessário analisar edificações em bairros sustentáveis de clima positivo, uma vez que os consumos energéticos contribuem com 36% do total das emissões, e os edifícios representam significativa parcela das emissões diretas e indiretas [23, 24], portanto visa-se estimular a eficiência energética e a autossuficiência destes. Este artigo utiliza o estudo de caso, para analisar a estrutura formal, a distribuição espacial e as estratégias sustentáveis das unidades habitacionais do bairro Pedra Branca-SC-BR, com base na metodologia de Brandão e Schneider. A partir do estudo, para identificar os padrões de planta existentes, verificou-se que as unidades são compostas, majoritariamente, por três quartos, dois e quatro banheiros e lavabos, bem como há integração parcial entre as áreas da cozinha e da área de serviço, a opção integral é minoritária. A partir da análise, entende-se que as plantas tipo corredor são as que melhor contribuem para a sustentabilidade e qualidade do espaço interno. Verificou-se que apesar das outras configurações presentes não contribuírem diretamente com a ventilação cruzada, houve uma preocupação com o conforto ambiental e as estratégias passivas.

Palavras-chave: tipologia da edificação; arranjo espacial; bairro sustentável; clima positivo; bairro Pedra Branca.

Abstract

In the face of the global climate crisis, it is urgent to carry out actions that collaborate with the reduction of greenhouse gas emissions, in order to achieve the goals set out in the Paris Agreement. In this sense, it was necessary to analyze buildings in sustainable climate-positive neighborhoods, since energy consumption contributes to 36% of total emissions, and buildings represent a significant portion of direct and indirect emissions [23, 24], so it is intended to stimulate energy efficiency and self-sufficiency of these. This article uses the case study to analyze the formal structure, spatial distribution and sustainable strategies of the housing units in the Pedra Branca-SC-BR neighborhood, based on the methodology of Brandão and Schneider. From the study, to identify the existing floor plan patterns, it was found that the units are mostly composed of three bedrooms, two and four bathrooms and toilets,

as well as there is partial integration between the kitchen and service areas, the integral option is a minority. From the analysis, it is understood that corridor plants are the ones that best contribute to the sustainability and quality of the internal space. It was found that although the other configurations did not contribute directly to cross ventilation, there was a concern with environmental comfort and passive strategies.

Keywords: *typology of the building; spatial arrangement; sustainable neighborhood; positive climate; Pedra Branca neighborhood.*

1. Introdução

A busca da sustentabilidade e da qualidade do meio ambiente é uma preocupação hodierna. Neste sentido, a ONU, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) presentes nas Agendas de Desenvolvimento, elenca diretrizes que contribuem para a gestão sustentável das áreas urbanas, de maneira que o planejamento urbano e o ambiente construído, pensados estrategicamente, possam reduzir a pegada ecológica e os impactos em diversos contextos.

Seguindo essas premissas, surgiram programas de desenvolvimento, entre eles o C40 Cities, que visa o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e que, para tal, lançou programas de apoio financeiro, para estabelecer bairros que busquem medidas positivas para o clima, como o Programa de Desenvolvimento de Clima Positivo (PDCP). Os bairros pertencentes ao PDCP precisam seguir modelos urbanos sustentáveis na perspectiva ambiental, econômica e social, para além de seguir os conceitos do Novo Urbanismo, difundido na década de 80 [1], de forma a garantir a eficiência dos projetos de requalificação das cidades [2].

Os bairros do PDCP priorizam quesitos de sustentabilidade: (a) a integração do usuário com o local; (b) a qualidade de vida; (c) a conectividade; (d) a facilidade de locomoção para os pedestres e os usuários em geral; (e) o uso misto; (f) boas estruturas das quadras; (g) diversidade de moradias; (h) prioridade para os transportes de baixa emissão (bicicletas, público, etc.); e (i) a gestão dos recursos (energia, hídricos e resíduos) [3].

Os projetos de alguns edifícios dos bairros foram submetidos às certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)¹, para orientar ou atestar o alcance de níveis ótimos da sustentabilidade, por meio do uso de estratégias passivas, de tecnologias e de materiais, para garantir uma construção civil eficaz e limpa [4].

Para este estudo, foi selecionado o bairro Pedra Branca (Palhoça, Santa Catarina- Brasil), pertencente ao PDCP, por ser o primeiro exemplar brasileiro e por ter sido premiado internacionalmente. Busca-se analisar os modos de habitar predominantes no bairro, a estrutura arquitetônica existente nas edificações multifamiliares e as tendências tipológicas e morfológicas, baseadas nos estudos de Brandão (2008) e Schneider (1998).

2. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo utiliza a metodologia de estudo de caso, que consiste em uma investigação empírica de "um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente

¹ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): É um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, utilizado em mais de 160 países, e que possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos" [5, p.32]. Para Yin (2005), uma investigação de estudo de caso:

- enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado,
- baseia-se em várias fontes de evidências, com dados precisando convergir em formato de triângulo, e, como, outro resultado,
- beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise de dados [5, p. 32-33].

Em linha com os pontos supracitados, o estudo foi desenvolvido por um conjunto de métodos de diferentes processos, no qual se utilizou o estudo de caso como base metodológica, fundamentado em Brandão (2008), para identificar a frequência que os diferentes arranjos espaciais são adotados na elaboração dos projetos. Dessa forma, classificam-se os aspectos morfológicos das plantas baixas, segundo o livro Atlas de Plantas, de Schneider (1998), no qual os edifícios residenciais foram organizados em oito concepções de plantas tipo.

O processo iniciou-se com a seleção do bairro Pedra Branca, sobre o qual foram realizados os levantamentos bibliográfico, documental e arquitetônico. Subsequentemente, foram selecionados os edifícios residenciais Pátio da Pedra, Pátio Civitas e Pátio das Flores, para as observações sistemáticas, para as quais foram coletados dados das respectivas unidades habitacionais.

A análise sistemática foi composta pelas etapas: a) Organização dos dados levantados; b) Descrição dos conceitos, e abordagem histórica do bairro em estudo; c) Análise dos projetos dos modelos de apartamentos do estudo.

As recolhas dos dados referentes aos projetos dos 13 modelos de apartamentos foram realizadas através dos sites de venda e da construtora responsável pela construção do bairro planejado, pois não foi possível a aquisição dos documentos oficiais dos projetistas.

Os estudos sistemáticos foram realizados por meio da observação intensiva do projeto e das diretrizes projetuais do PDGP com foco na análise crítica do projeto, verificando a morfologia da planta, a configuração espacial, estratégias passivas, a distribuição das aberturas, os materiais e as tecnologias focadas na sustentabilidade.

a) Análise da área de estudo

Pedra Branca localiza-se no município de Palhoça, Santa Catarina, Brasil (Figura 01). Teve seu início no ano de 1997, a partir da parceria entre os proprietários do terreno rural e a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). A proposta modificou a dinâmica socioespacial e o desenvolvimento urbano da região.



Figura 01: Mapa de localização do município de Palhoça-Santa Catarina, Brasil. Fonte: Autor.

Com área de aproximadamente 250 hectares (2.500.000 m²), o bairro recebeu soluções inovadoras, vinculadas aos princípios sustentáveis, e foi concebido a partir da integração do uso misto com uma densidade urbana adequada. Os espaços livres públicos foram projetados de forma a tornar o bairro “caminhável”, com distâncias confortáveis para deslocamento (aproximadamente 10 minutos caminhados ou 800 metros), de forma a priorizar o pedestre e o ciclista [6], bem como o uso de transportes mais sustentáveis.

Em 2.300 lotes, foram distribuídas as unidades unifamiliares e multifamiliares, estas, em sua maioria, foram projetadas para uso misto, nas quais comércios e serviços foram localizados nas áreas térreas e moradias nos demais andares.

O projeto do bairro foi embasado no Novo Urbanismo e, também, no livro “*Place Making: Developing Town Centers, Main Streets, and Urban Villages*” [9]. Neste sentido, a preocupação da proposta passou a ser a criação de centralidades compactas, densas, completas e conectadas [7,8].

A proposta urbana teve auxílio de onze ateliês de arquitetura e urbanismo, nacionais e internacionais, como os arquitetos Jaime Lerner e Jan Gehl. Utilizaram a metodologia Charret Design e contaram com a colaboração do laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no desenvolvimento de estudos e avaliações do local [8].

As diretrizes norteadoras do projeto consideraram itens como: atratividade, prioridade ao pedestre, uso misto, diversidade de moradores, senso de comunidade, densidade equilibrada, harmonia entre natureza e amenidades urbanas, conectividade e estilo de vida [6,8].

Na implantação do bairro, nota-se, como parte mais importante do projeto, o núcleo central, construído na segunda fase de projeto, que corresponde à Praça Central, ao Passeio Pedra Branca (rua compartilhada) e às primeiras quadras com condomínios residenciais e comerciais. Nessa região, foram identificados e selecionados os edifícios de estudo (Figura 02).



Figura 02: Implantação do Bairro Pedra Branca, Palhoça-SC/Br. Fonte: Adaptado pelo autor [6].

Na Figura 02 observam-se a existência de zonas comerciais bem definidas, áreas de lazer, áreas arborizadas, e edificações verticalizadas, predominando construções com mais que três andares. Os passeios públicos proporcionam boa circulação para pedestres e ciclistas. Os arruamentos foram organizados para possibilitar a circulação lenta de veículos locais.

Os edifícios selecionados, situam-se na área central do bairro e possuem áreas comerciais no térreo e, nos demais pavimentos, uso habitacional ou comercial. Esses destacam-se pela qualidade construtiva das edificações e a preocupação com a orientação solar, a iluminação natural da maior parte dos ambientes, a ventilação natural cruzada dentro das unidades, bem como notou-se o uso de algumas técnicas e tecnologias de baixo impacto ambiental como o uso

de placa fotovoltaica, o aquecimento solar, a captação de água da chuva, a iluminação pública econômica, diferenciação de tipologias e flexibilidade nas plantas dos apartamentos [10].

Conforme mencionado, as premissas da sustentabilidade, alcançadas pela aplicação da certificação LEED, pontuam ações de aspectos energético, hídricos, de conforto ambiental, de materiais, tecnologias e outros recursos. Visando esses aspectos, as edificações priorizaram as estratégias passivas, o uso de tecnologia, a conscientização dos usuários e residentes, o gerenciamento eficaz dos recursos hídricos e energéticos.

A pesquisa realizada nos sites de venda de imóveis da região, demonstrou que os valores referentes as unidades residenciais do bairro se apresentaram com variação entre 190.000,00 e 1.500.000,00 reais (equivalentes a 37.540,50 e 296.372,40 dólares). Foi possível concluir que as classes sociais predominantes no bairro são as classes média-alta e a classe alta [6].

Notou-se também que após a implantação do projeto do bairro, além do aumento significativo da população com cerca de 9.500 habitantes/usuários desde 2014 evidenciando a procura no decorrer do seu desenvolvimento, também houve uma melhoria significativa na qualidade de vida da vizinhança do entorno, que até então era configurada como uma das mais marginalizadas. Tal melhoria foi favorecida por arruamentos asfaltados, ampliação das estradas de acesso, fluxo maior de pessoas do centro de Florianópolis para o centro do bairro, melhoria da infraestrutura da região, conseqüentemente o setor comercial do bairro se tornou mais movimentado e próspero.

b) Tipologia na Arquitetura: Conceito

Em se tratando do conceito, a abordagem tipológica na arquitetura teve início na década de 60 disseminada por Aldo Rossi e Giulio Carlo Argan, e desde então continua sendo objeto de estudo na academia [11,12,13].

O termo tipologia é utilizado para designar a forma base dos edifícios, a estrutura interna da forma, as infinitas possibilidades de variações formais, a ideia ou referencial que serve de regra para o modelo final [14]. É a área do conhecimento que estuda os tipos, através da análise da ordenação, sistematização do conhecimento e da classificação arquitetônica dos elementos. A classificação tipológica é imprescindível para definir as necessidades do projeto arquitetônico [12, 15].

Projetar significa criar tipologias, para satisfazer as mudanças socioculturais, os problemas funcionais e tecnológicos de cada projeto. No setor imobiliário, os padrões de apartamentos apresentam tipologias com grandes semelhanças no desenho e na partição de zonas íntima, social e serviço, diferenciando-se pela quantidade de quartos [15, 16].

Com enfoque na planta do apartamento, este estudo baseia-se na tipologia que admite variações de níveis de detalhamento, os mais simples: quantidade de quartos, banheiros; e mais complexos: forma do apartamento, circulação interna e outros critérios de distribuição e interconexão. Para esta análise considerou-se o enfoque de autores como Schneider [19] e Brandão [17,18], com adaptações dos autores.

Schneider [19], apresentou oito concepções com enfoque na organização das plantas dos edifícios residenciais: 1) tipo corredor; 2) tipo caixa inserida ou com core central; 3) com sala de estar central; 4) com separação das áreas funcionais; 5) orgânica; 6) fluida; 7) circuito; 8) flexível.

Nas suas pesquisas Brandão [17,18], apresentou o estudo das tipologias do mercado imobiliário brasileiro utilizando cerca de três mil plantas em diferentes cidades. Ele estabeleceu uma classificação considerando a quantidade de quartos, de suítes e de banheiros, estabelecendo

uma convenção numérica para identificar as tipologias. Esta classificação baseou este estudo e que utilizou o número de banheiros, sendo o lavabo considerado como “0.5” (meio banheiro). A seguir, considerou a quantidade de quartos, e quantos destes são suítes e, por fim, a cozinha e dependência de serviço. A exemplo a configuração 1.5/3.1.1 pode ser lida como sendo um apartamento de banheiro mais um lavabo, com três quartos, sendo uma suíte e com uma dependência de serviço. Assim, o termo tipologia é utilizado para identificar as variantes básicas que compõem os apartamentos, considerando a combinação do número de dormitórios, de suítes e de banheiros e o grau de integração entre cozinha e área de serviço.

Para as análises a seguir, ler-se-ão a descrição dos compartimentos seguindo as nomenclaturas (Figura 3):

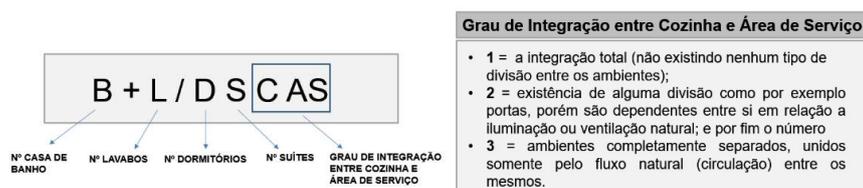


Figura 03: Codificação para as nomenclaturas. Fonte: Autores.

3. Aplicações e/ou Resultados

3.1. Identificação das tipologias

Para a construção da base de dados deste estudo foram coletadas informações de três empreendimentos residenciais do bairro Pedra Branca, com 13 unidades habitacionais diferentes, e plantas com metragem entre 68m² e 220m².

a) Empreendimento Pátio da Pedra:

Localizado no centro do bairro, foi projetado pelo escritório Marchetti + Bonetti e é composto por quatro torres de edifícios (Dolomitas, Icarai, Carrara e Travertino) (Figura 04). Possui um total de 217 apartamentos, sendo 24 apartamentos jardins e oito lojas, distribuídos em uma área construída com cerca de 42 mil m². Os apartamentos possuem de dois a quatro quartos, as plantas proporcionam a flexibilidade de integração com as varandas, sua infraestrutura proporciona o uso de bicicleta, energia renovável, reuso de água, tecnologias de eficiência e outros recursos sustentáveis



Figura 04: Condomínio Pátio das Pedras. Fonte: Elaborado e adaptado pelos autores [8].

b) Empreendimento Pátio da Civitas:

Com área construída de 19.459m², foi projetado pelo escritório ARK7 Arquitetos e possui duas torres de 14 pavimentos, sendo 11 pavimentos tipo, térreo e dois subsolos, tendo os apartamentos variando entre 68 m² e 140m². A disposição das torres no terreno é de forma paralela, formando um pátio central, onde encontram-se espaços de lazer, piscinas adulto e infantil e playground (Figura 0). As áreas comerciais no térreo têm acesso direto às vias públicas, contribuindo para a dinâmica do bairro. O primeiro pavimento é diferente dos demais e é composto por terraço de uso privativo, enquanto os outros possuem aberturas para o exterior e a organização da planta possibilita rearranjos. Quanto à questão sustentabilidade, o empreendimento é dotado de tecnologia para o controle da automação da área comum, evitando gastos excessivos, reutiliza água da chuva para abastecer as bacias sanitárias e irrigação do jardim, possui placa fotovoltaica e contribui com a conscientização dos habitantes para separação seletiva de lixo.



Figura 05: Condomínio Pátio Civitas. Fonte: Elaborado e adaptado pelos autores [8].

c) Empreendimento Pátio das Flores:

Composto por cinco torres, com apartamentos e duplex de dois a quatro quartos, contempla uso misto com comércios e escritórios (Figura 06). Foi projetado pelo escritório Ruschel e Teixeira Netto Arquitetos com um pátio central de lazer, proporcionando privacidade para os usuários. Os apartamentos possuem entre 80 m² e 183 m², com quartos, sala, cozinha, banheiro, área de serviço e espaços de garagem. O empreendimento também estimula a separação seletiva de resíduos, utiliza fontes de energia renovável, automação e reaproveitamento de água da chuva.



Figura 06: Condomínio Pátio das Flores. Fonte: Elaborado e adaptado pelos autores [8].

3.2 Método tipológico das plantas

Avaliando o comportamento das variáveis, foi possível observar que a quantidade de banheiros e a quantidade de quartos são os itens que melhor explicam o tamanho e o porte do apartamento (Quadro 1).

Quadro 1: Quantidade de quartos por empreendimento e configuração da tipologia dos apartamentos de cada empreendimento pela análise de Brandão [17,18] e adaptação dos autores.

Tipologia por empreendimento					
Empreendimentos	Banheiro	Lavabo	Quartos	Integração à. Serviço e Cozinha	Configuração tipológica
a) Pátio das Pedras					
Dolomitas	2	0	2	2	2.0/212
Icarai	3	.5	3	2	3.5/332
Travertino 01	2	0	3	2	2.0/412
Travertino 02	2	.5	4	2	2.5/412
b) Pátio Civitas					
Civita (68m ²)	2	0	2	1	2.0/211
Civita (101m ²)	3	0	3	1	3.0/321
Civita (140m ²)	4	0	3	1	4.0/331
a) Pátio das Flores					
Gardenha 01	3	.5	3	1	3.5/331
Gardenha 02	3	0	2	1	3.0/421
Gardenha Duplex	3	.5	3	1	3.5/331
Orquídea	2	.5	2	1	2.5/221
Bromélia	2	0	1	1	2.0/311

Fonte: Autores.

As características gerais encontradas, nas plantas analisadas, foram:

- Mais de 54% das plantas possuem três quartos, e as plantas com dois ou quatro representam 23% cada uma;
- 100% das plantas possuem pelo menos uma suíte;
- 30,78% dos apartamentos possuem cozinha e área de serviço parcialmente integradas e 61,53% dos apartamentos possuem cozinha e área de serviço totalmente integradas e 7,69% possuem ambas as áreas completamente isoladas;
- 100% das unidades não possuem dependência de serviço;
- 38,46% dos apartamentos possuem áreas menores que 100m², 30,76% possuem entre 100 m² e 150m², 23,07% possuem entre 150 m² e 200 m², e 7,69% possuem áreas acima de 200 m².

Identificou-se a compensação feita pela funcionalidade do projeto em equilibrar a relação entre a quantidade de quartos, banheiros e lavabos, onde na maioria dos casos prevalece um número maior de banheiros e lavabos, somados ao número de dormitórios e suítes.

Na relação entre o tamanho das unidades habitacionais e a quantidade de banheiros, percebeu-se que os apartamentos intermediários entre 100m² e 200 m² são providos de pelo menos três banheiros, a contar com os lavabos. Os menores apartamentos possuem até dois banheiros a contar com o lavabo. Os apartamentos com as maiores dimensões, por consequência, possuem mais unidades.

Observou-se maior oferta de unidades com até 150 m², abrangendo habitações com dois ou três quartos, estas são maioria das tipologias verificadas. Os apartamentos acima de 200 m² possuem setor de serviço completamente isolado do social e com ambientes bem definidos, no entanto, nota-se a tendência de integração entre esses setores nas unidades menores que 150 m², predomina a integração total entre os ambientes cozinha e área de serviço, a integração parcial, sua maior proporção, é percebida nos apartamentos de no máximo 100 m².

A relação direta do método tipológico com a questão da sustentabilidade relaciona-se à quantidade de quartos, banheiros e habitantes que cada unidade habitacional pode comportar, configurando a média familiar brasileira composta por quatro e cinco pessoas. Este fator determina os gastos energéticos, consumos hídricos e resíduos de cada unidade, o que poderá indicar o melhor aproveitamento da infraestrutura urbana disponibilizada.

3.3 Análise de aspetos morfológicos

Nesta etapa, adotou-se a classificação de Schneider [19] para analisar a morfologia das plantas estudadas, descritas no conjunto de Figura 07, a seguir.

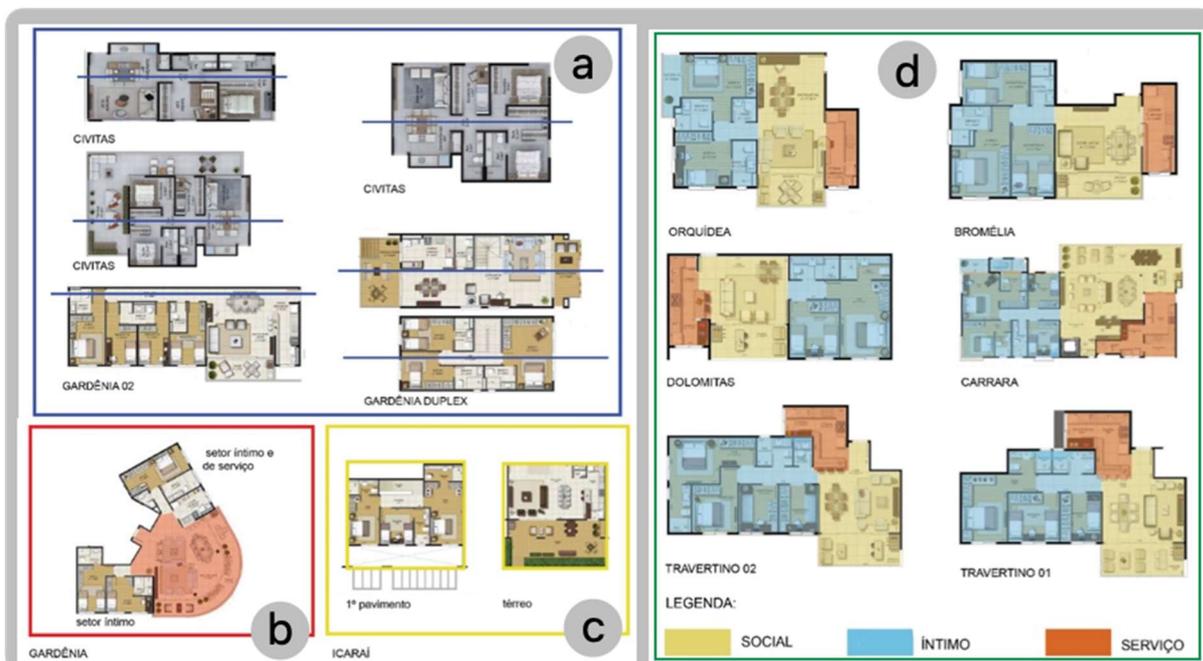


Figura 07: Classificação da Tipologia, segundo Schneider [19]. Descrição: a) Planta tipo corredor – definida por eixo definindo ambientes ou funções; b) Planta com sala de estar central - privilegia a sala e distribui demais setores no entorno; c) Planta tipo caixa inserida- ambientes no interior da forma pré-definida, simplicidade das divisões e amplitude dos espaços; d) Planta com separação funcional – setores bem divididos e independentes entre si. Fonte: Elaborado e adaptado pelos autores [8].

Ao observar as plantas, averiguou-se a presença de quatro tipologias, a saber: planta tipo corredor, planta com sala de estar central, planta tipo caixa inserida e planta com separação funcional.

Todos os apartamentos do empreendimento Civitas foram considerados como Planta tipo corredor, onde nota-se a linearidade da circulação central para a distribuição dos outros ambientes justapostos, favorecendo o posicionamento de aberturas de janelas opostas para a melhoria da circulação, ventilação e iluminação natural. Os apartamentos duplex e Gardênia 02 do empreendimento Pátio das Flores, foram configurados de modo semelhante. O apartamento Gardênia, com maior metragem, foi configurado como planta com sala de estar central, notando a distribuição dos demais setores no seu “entorno”. Por ser um apartamento de esquina, além da grande quantidade de iluminação e ventilação na sala, o posicionamento do setor íntimo e serviço não favorecem a ventilação cruzada.

No Pátio da Pedra, a análise da planta do Icarai, configura-se pela tipologia de planta tipo caixa inserida, na qual o formato predefinido pelo quadrado desenvolveu a divisão interna sem modificar o princípio da forma básica inicial. Nesta tipologia deve-se considerar que mesmo que os ambientes sejam maiores e com menos divisões, esse tipo de configuração pode dificultar a ventilação cruzada.

Os apartamentos Orquídea e Bromélia, no empreendimento Pedra das Flores, e os apartamentos Dolomita, Carrara e Travertino 01 e 02, no empreendimento Pátio da Pedra, foram considerados com a tipologia planta com separação funcional, onde foi possível notar a

divisão dos setores através das cores representadas na Figura 07. Este tipo de configuração favorece a funcionalidade dos ambientes, bem como a circulação entre os setores. Dependendo do tamanho e do posicionamento das unidades no edifício, os apartamentos podem ou não possibilitar o melhor posicionamento das janelas para a ventilação natural e cruzada, no entanto identificou-se uma preocupação com as estratégias passivas.

Para o universo das amostras do estudo sob análise não foi constatada a presença das outras tipologias definidas por Schneider como Planta orgânica; Planta fluida; Planta circuito; e Planta flexível.

4. Considerações Finais

O presente estudo apresentou as tipologias arquitetônicas existentes nas unidades residenciais multifamiliares do bairro Pedra Branca, realizado por metodologia de Brandão e Schneider, para analisar treze unidades habitacionais, que variam entre 68 e 220m², entre as quais predominaram unidades de pequeno e de médio porte. Verificou-se a conformidade de projeto com o período arquitetônico contemporâneo brasileiro.

Constatou-se que a tipologia habitacional mais frequente é a de três quartos, o que reforça o resultado de Brandão [17, 18] O resultado reflete uma sociedade constituída, em grande parte, por famílias de médio porte (entre quatro e cinco pessoas). Observa-se também que o número de banheiros e lavabos somados é, em sua maioria, igual ou superior a quantidade de quartos (entre dois e quatro banheiros). Nesse sentido, percebe-se que, apesar da dimensão da unidade habitacional ter sido reduzida, quando comparada com as das décadas anteriores, o banheiro se mantém como um dos elementos importantes para a residência.

Por outro lado, o setor de serviço apresentou redução significativa da sua área, o que difere dos padrões encontrados nas décadas anteriores. As unidades analisadas, majoritariamente, apresentaram cozinhas com dimensões menores, limitando-se ao aspecto funcional. As áreas de serviço, por sua vez, são parciais ou completamente integradas às cozinhas, por vezes não apresentando qualquer divisão entre elas. As versões integradas configuram o novo padrão para a habitação brasileira, provavelmente atrelado ao custo do mercado imobiliário.

Com relação ao tamanho do apartamento, a diminuição da metragem quadrada demanda maior quantidade de espaços comuns, o que pode significar uma redução dos custos, em decorrência da concentração de uso simultâneo das estruturas.

Quando se trata da configuração de planta, notou-se que a que mais favorece iluminação e ventilação natural cruzada é a planta tipo corredor, onde há justaposição dos ambientes na circulação, favorecendo o posicionamento oposto das janelas. A planta com sala central permite a melhor situação para a sala, já que está localizada na esquina. A planta tipo caixa inserida, apesar de ter ambientes maiores, pode não favorecer o melhor posicionamento das janelas, já que os ambientes se encontram condessados. A planta com separação funcional pode favorecer a depender do posicionamento dos apartamentos no edifício. Esses fatores contribuem para a melhoria da qualidade do espaço das unidades, que pode contribuir para redução dos custos com energia. É importante observar que os padrões estudados apresentam boa flexibilidade em relação a distribuição e remodelação dos ambientes, que podem ser adaptados conforme a necessidade do proprietário nas suas diferentes etapas de vida, o que pode favorecer a sustentabilidade, já que reaproveitará infraestrutura existente.

Por fim, o presente estudo identificou preocupação com soluções voltadas ao conforto ambiental e às estratégias passivas, aliadas aos processos de racionalização da construção, e

como fortalecimento dos princípios da sustentabilidade, alcançados com a implantação da certificação LEED em alguns dos edifícios.

Referências

- [1] MACEDO, Adilson Costa. A carta do novo urbanismo norte-americano. Revista Integração, n. 48, p. 11- 21, 2007.
- [2] TAHCHIEVA, Galina. Entrevista com Galina Tahchieva. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, São Carlos: EESC-USP, n. 2, p. 108-110, 2005.
- [3] ANDRADE, G. M.; DOMENEGHINI, J.; MORANDO, J. P.; ROMANINI, A. Princípios do Novo Urbanismo no Desenvolvimento da Bairros Sustentáveis Brasileiros. Available from: https://www.researchgate.net/publication/284011657_Principios_do_Novo_Urbanismo_no_Developolvimento_de_Bairros_Sustentaveis_Brasileiros. Revista de Arquitetura da IMED, v. 2, n.1, 2013. Acesso em: 03/ 2023.
- [4] LOTTI, M. G. M. Processo de desenvolvimento e implantação de sistemas, medidas e práticas sustentáveis com vista a certificação ambiental de empreendimentos imobiliários – estudo de caso: Empreendimento Bairro Ilha Pura – Vila Dos Atletas 2016. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio De Janeiro, 2015.
- [5] YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [6] CIDADE PEDRA BRANCA. Um Pouco da História Pedra Branca - Cidade Criativa, 2024. Disponível em: <http://cidadepedrabranca.com.br/um-pouco-de-historia/> Acesso: 04/2024.
- [7] RUMIS, Maximo; LEIVA, Marcela. Pedra Branca: o poder transformador do urbanismo. Nº 1 – Cidade Criativa Pedra Branca. Revista Área Arquitetura & Design da Região Sul. Ed. Ano 13, 06/2020.
- [8] PEDRA BRANCA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS S/A. Pedra Branca Cidade Criativa: melhorar a cidade para as pessoas. Palhoça: Pedra Branca - Cidade Criativa, 2014, 92 p.
- [9] Bohl, Charles C. Place Making: Developing Town Centers, Main Streets, and Urban Villages. ARCHITECTURE. Editor Urban Land Institute. Ebook. Publicação, Janeiro de 2002.
- [10] LUZ, A. P. F.; COLCHETE FILHO, A. F.; MAYA-MONTEIRO, P. M. Diretrizes para projetos sustentáveis em novas centralidades: breve revisão de conceitos. In: XII CONLAB. Lisboa: XII CONLAB, 2015.
- [11] MONEO, R. Rafael Moneo 1967-2004: antologia de urgencia. Madrid, El croquis editorial, 2004.
- [12] YOUNES, S. Quatremère de Quincy's Historical Dictionary of Architecture: The true, the fictive and the real. Ed.: - 2000.
- [13] PEREIRA, R. B. Arquitetura, imitação e tipo em Quatremère de Quincy. São Paulo, tese de doutorado, FAUUSP, 2008.
- [14] MARTÍNEZ, A. C. Ensaio sobre projeto. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 2000.

- [15] MONEO, Rafael. Origen del ensayo: De la Tipología. Artículo de la revista SUMMARIOS 79, Buenos Aires, julio, 1984, pp. 15-25. Publicado originalmente en inglés en OPPOSITIONS 13, New York, Invierno, 1978, pp. 22-45, 1978.
- [16] TRAMONTANO, M. Evolução recente da habitação contemporânea na cidade de São Paulo. Relatório Técnico. Programa CNPq/PIBIC. São Carlos: USP, 2000.
- [17] BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. Apartamentos em oferta no Brasil: método de tipificação de plantas e análise de diversidade. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2003, São Carlos. Anais. São Carlos: UFSCar, 2003.
- [18] Brandão, Douglas. (2008). Tipificação e aspectos morfológicos de arranjos espaciais de apartamentos no âmbito da análise do produto imobiliário brasileiro. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 35-53, jan./mar. 2003. ISSN 1415-8876 © 2003, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- [19] SCHNEIDER, F. Atlas de Plantas: vivendas. 2. Ed: Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1998. 224 p.
- [20] IBGE. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2018. <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 06/2023.
- [21] IMOVELWEB. Valor apartamento em Pedra Branca. 2018. Disponível em: Acesso em: 04/2023.
- [22] Censo 2022 do IBGE aponta: Palhoça tem 222.598 habitantes. Jornal Palhocense / Cotidiano. <https://www.palhocense.com.br/noticias/censo-2022-do-ibge-aponta-palhoca-tem-222-598-habitantes>. Publicado em 29/06/2023. Acesso: Março/2024.
- [23] United Nations Environment Programme, 2023. “Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)”. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43922>.
- [24] Canadell, J.G., P.M.S. Monteiro, M.H. Costa, L. Cotrim da Cunha, P.M. Cox, A.V. Eliseev, S. Henson, M. Ishii, S. Jaccard, C. Koven, A. Lohila, P.K. Patra, S. Piao, J. Rogelj, S. Syampungani, S. Zaehle, and K. Zickfeld, 2021. “Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks”. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 673–816, doi: 10.1017/9781009157896.007

Design Emergencial: Alternativas de Mobiliários *Emergency Design: Furniture Alternatives*

Mara Regina Pagliuso Rodrigues, Doutora, Universidade Federal de Santa Catarina

mara@ifsp.edu.br

Vitória Neves Viana Silva, Graduanda, Universidade Federal de Santa Catarina

vitorianevesviana03@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, Universidade Federal de Santa Catarina.

lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

A crescente insustentabilidade global trouxe consigo um fluxo de refugiados socioambientais, vítimas de guerras e desastres ambientais. Disto decorre a necessidade de locais específicos para abrigar essa população por meio de acampamentos temporários planejados (ATPs) ou estruturas fixas. Ainda assim, é indubitável que as condições são insuficientes para tornar a permanência dos refugiados digna, pois faltam recursos, incluindo bens humanitários, que busquem auxiliar na adaptação ao novo espaço e nas tarefas do dia a dia. Entre eles, os mobiliários específicos para essas situações tornam-se uma prioridade. Este artigo buscou opções de mobiliários em papelão para uso em situações emergenciais. Os móveis foram categorizados de acordo com a função e comparados em termos de custo-benefício. Como resultados, apresentam-se 29 soluções de mobiliários, com opções de medidas, fabricantes, peso e custo.

Palavras-chave: Refugiados; Mobiliários; Sustentabilidade.

Abstract

Growing global unsustainability has brought with it a flow of socio-environmental refugees, victims of wars and environmental disasters. This corresponds to the need for specific locations to house this population through planned temporary camps (PTCs). Still, it is undoubted that the conditions are insufficient to make the stay dignified, as there is a lack of resources, including humanitarian goods, that seek to help in adapting to the new space and in day-to-day tasks. Among them, specific furniture for these situations has become a priority. This article looked at cardboard furniture options for use in emergency situations in ATPs. The furniture was categorized according to function and compared in terms of cost-benefit. The results show 29 furniture solutions, with a choice of sizes, manufacturers, weight and cost.

Keywords: *Refugee; Furniture; Sustainability.*

1. Introdução

O Design Emergencial faz parte da linha teórica do Design Social, iniciada nos anos setenta, que convocou designers, arquitetos e projetistas a se concentrarem nos problemas do mundo real. Essa abordagem enfatizou menos as questões mercadológicas, como tendências da moda, criação de necessidades e desenvolvimentos estéticos que geram desejo de compra do consumidor, comuns no design de mercado. O Design Social, por sua vez, propõe projetar com base em necessidades reais, sendo visto como uma forma de auxílio e justiça social, abordando demandas prioritárias da sociedade e problemas sérios, como aquecimento global, desastres naturais, guerras, crises de refugiados, desigualdade, fome, doenças, desnutrição entre outros.

Nessa perspectiva, como destacado por Martel [1], "uma análise mais atenta vislumbra um enorme potencial de oportunidades para contribuições substanciais dos designers, evitando sofrimentos e, no mínimo, melhorando as condições dos diferentes envolvidos no socorro." Uma busca exploratória no google scholar revela a importância do tema com o retorno de 218000 publicações a partir da busca com as palavras-chaves: *emergency AND design AND furniture*. Destas 17.800 são posteriores a 2020 revelando a atualidade do tema.

De acordo com os dados levantados pela COBRADE (Coordenadoria Estadual da Defesa Civil), é possível afirmar que as consequências dos desastres naturais envolvendo fortes chuvas são sempre devastadoras e infelizmente recorrentes. Na figura 1 (a) evidenciam-se as causas naturais meteorológicas mais frequentes no período de 2018 a 2022, tendo o recorde de ocorrência com mais de 500 eventos em 2022, em Santa Catarina. Enquanto, na figura 1 (b), revelam-se as chuvas intensas com 47% como a maior incidência nesse mesmo intervalo de tempo.

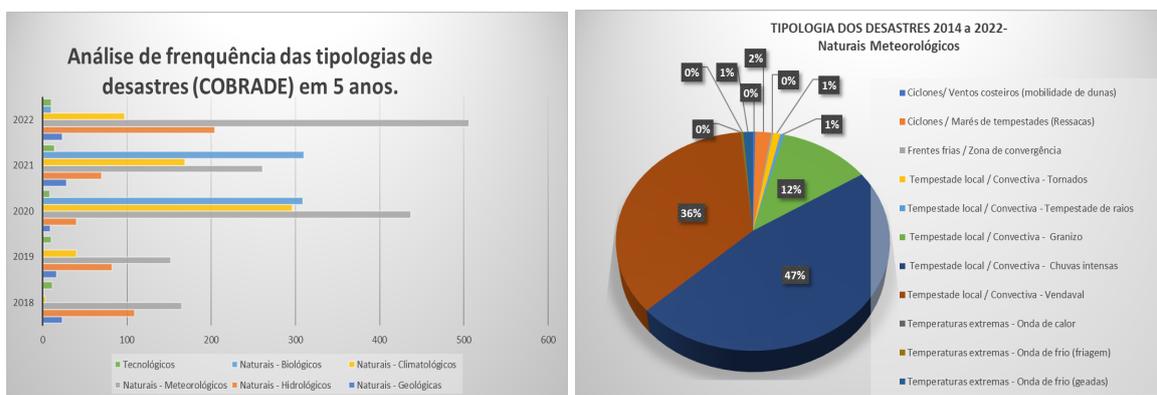


Figura 1(a) e (b): Frequência dos desastres e tipologia dos desastres meteorológicos pela Cobrade de 18 a 22 em Santa Catarina. Fonte: elaborado pelos autores

Assim, a Defesa Civil e a população buscam enfrentar as dificuldades que surgem durante e após esses eventos. Nesse contexto, locais são organizados rapidamente seguindo uma organização pré-determinada pelos protocolos governamentais estabelecidos em ambientes como quadras esportivas, escolas públicas ou igrejas. Os residentes em áreas de risco constituídas por encostas e habitações precárias são encaminhados para os locais seguros levando os pertences que conseguiram salvar em meio à calamidade da situação.

Nesses locais, as famílias que já sofreram perdas ou tiveram suas casas destruídas, compartilham espaços comuns, sem privacidade, conforto e condições mínimas de habitabilidade. Na figura 2 (a) é possível observar pessoas dormindo sobre colchões no chão sem qualquer tipo de divisão e uma desorganização espacial que dificulta a manutenção, e convivência nesses abrigos. Na figura 2 (b) observam-se divisórias improvisadas com panos e uma melhor organização espacial. Diante dessa situação evidente, uma intervenção de design é de extrema importância e interfere não apenas no ambiente físico, como auxilia no desenvolvimento pessoal, permitindo que os refugiados se estabeleçam em núcleos familiares e criando uma sensação de pertencimento.



Figura 2 (a) e (b) – Abrigos antes e depois do projeto de Shigeru Ban. Fonte: [2]

Um projeto que exemplifica tais argumentos é a montagem de abrigos emergenciais em ginásios durante os terremotos de 2011 no Japão, chamado de *Paper Partition System* do arquiteto japonês Shigeru Ban [2]. Nas figuras 2 (a) e (b) percebe-se o antes e depois da implementação desse projeto.

Ressalta-se a dificuldade dos projetistas na escolha dos materiais devido à exposição a condições ambientais adversas e uso intensivo dos mobiliários que devem constituir esses espaços. São relevantes também os aspectos concernentes à sustentabilidade. Portanto é essencial estabelecer referências acessíveis que facilitem a incorporação de novas informações, servindo como apoio à tomada de decisões em projetos de arquitetura e design emergencial.

Diante dos fatores mencionados, este artigo traz um levantamento de mobiliários que podem ser utilizados em situações de abrigo (tanto fixos como móveis) em acampamentos temporários planejados tendo por material básico o papelão. A proposta é buscar alternativas que possam tornar a estadia dos afetados por desastres menos incômoda, proporcionando algum conforto no acolhimento e que tragam praticidade, limpeza e organização ao espaço. Desse modo, o estudo pretende contribuir tanto para os refugiados quanto para a composição de repertório dos que trabalham na organização e projetam estes espaços.

Além disso, os mobiliários serão elencados de acordo com seus usos provisórios, pensando nas propriedades de leveza, facilidade de montagem, armazenamento e acessibilidade para famílias que perderam seus pertences residenciais, permitindo-lhes montar uma estrutura mínima, mesmo que temporária. A pesquisa por alternativas de mobiliários em papelão transcorreu no campo acadêmico e comercial, pelas funções de uso e propriedades acima descritas no atendimento a vítimas de desastres.

2. Metodologia

A metodologia teve início com a identificação do problema e a definição clara de sua complexidade e necessidades. O problema estabelecido para a pesquisa é buscar alternativas de mobiliários em papelão que possam ser utilizados em situações emergenciais, seja implementação em abrigos fixos ou móveis.

Dessa forma, a problemática foi desmembrada em subpartes para uma melhor compreensão e resolução. Foram identificadas as principais funções que os mobiliários precisam cumprir nas situações emergenciais. Essas funções foram definidas como: guardar, dormir e dividir.

A coleta de opções de mobiliários foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e documental. Foram observadas propostas acadêmicas e comerciais que utilizam o material proposto para mobiliários, apontados os aspectos de fabricação, custo, peso, função, tipo de papelão empregado, dimensões e capacidade de carga, quando obtidas.

Por fim, foram selecionados 9 mobiliários, sendo três em cada função anteriormente mencionada. Esses, são separados em níveis que buscam identificar seu índice de eficiência, sendo verde: eficiência ótima; amarelo: eficiência boa e vermelho: eficiência razoável, considerando principalmente as questões de transporte, custos e resistência.

Essa seleção, volta-se em maioria para o mercado atuante no Brasil, facilitando o acesso no âmbito dessa pesquisa, visando a viabilidade de execução. Entretanto, ainda serve como base para inovação e surgimento de novos modelos na área, visando estimular e dispersar o conhecimento dos mobiliários sustentáveis feitos de papelão.

3. Resultados

Quanto aos produtos de mercado, foi constatada uma grande variação de preço nos itens pesquisados, com cadeiras variando de trinta e seis reais até duzentos e trinta e cinco dólares. Em alguns casos, os produtos não apresentam especificações dos fabricantes sobre o tipo de papelão utilizado, como é observado em alguns produtos da Chairigami [3] e da Cartone Design [4] que podem conter combinações de diferentes tipos de papelão no mesmo produto.

Além disso, uma parte dos produtos contém, em seus manuais, informações adicionais, como o peso do objeto e a capacidade máxima de carga suportada. Essas informações foram observadas nas principais marcas nacionais, como Cartone Design [4], onde são facilmente encontradas e pelo site da empresa, afirmando a viabilidade de acesso, manejo, criação e distribuição.

Ademais, ao levantar os produtos da Chairigami [3], pode-se ressaltar a diferença de custos nos mobiliários, tendo como o padrão de maior valor encontrado, tais diferenças foram interpretados que se dão por parte das tarifas de importação dos mesmos. No quadro 1, foram elencados diversos mobiliários, sem nenhum filtro específico de ambas as marcas analisadas e citadas.

Quadro 1 – Mobiliários da Chairigami [3] e da Cartone Design [4].

Mobiliário	Dimensões (cm)	Fabricante	Tipo	Custo	Peso (Kg)	Material	Montagem	Resiste (Kg)
	112x76 x76	Chairigami	Produto de mercado	US\$ 235,00	-	Papelão simples	-	-
	110x36x45	Cartone Desing	Produto de mercado	R\$ 59,90	5	Papelão	Fácil (4 min)	400
	56x106x183	Chairigami	Produto de mercado	US\$ 295,00	-	Papelão	-	-
	42x45x90	Cartone Desing	Produto de mercado	R\$ 49,90	2,5	Papelão	Fácil (2 min)	160
	11x 36 x 92	Cartone Desing	Produto de mercado	R\$ 120,00	10	Papelão	Fácil (5 min)	30
	38x40x40	Chairigami	Produto de mercado	US\$ 85,00	-	Papelão	-	-
	40x31x50	Cartone Desing	Produto de mercado	R\$ 39,90	2	Papelão	Fácil (2 min)	5
	108x37x112	Chairigami	Produto de mercado	US\$ 215,00	-	Papelão	-	-
	152x203x38	Chairigami	Produto de mercado	US\$ 395,00	-	Papelão	-	-

Fonte: [3] e [4].

No quadro 2, são apresentados os mobiliários para acampamentos temporários desenvolvidos pelos estudantes da *Lahti University of Applied Sciences - Institute of Design*, que atendem às funções de dividir, guardar e dormir. Os mobiliários se destacam por oferecer soluções inteligentes de armazenamento para organizar pertences de forma eficiente, tendo foco na ergonomia e no conforto, garantindo uma melhor experiência dentro de um acampamento. [5]

Quadro 2 – Mobiliários desenvolvidos por estudantes da Lahti University of Applied Sciences.



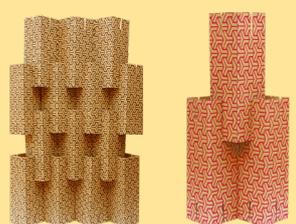
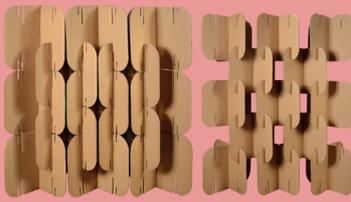
Fonte: Leardi (2017) [5].

Os estudantes tiveram uma abordagem inovadora, onde as peças foram projetadas para se dividirem em módulos compactos, se desmembrando em uma média de 3500 peças de forma a facilitar o transporte e a montagem sem o uso de ferramentas. O material utilizado foi o papelão ondulado, cujas chapas apresentam melhor desempenho na sustentação de cargas. Para dobrá-las é necessário vincar e marcar como também criar abas e ranhuras. [5]

Posteriormente a observação e levantamento dos mobiliários, foi estipulado um estudo de modelos para alternativas: - de guardar, para armazenar, preservar objetos de forma organizada e segura; - dormir: para oferecer conforto e privacidade; e, dividir: para criar espaços mais organizados, delimitar áreas de convívio ou trabalho melhorando o espaço disponível.

Conforme observado no Quadro 3, foi utilizado um parâmetro de cores que categorizam a eficiência do mobiliário tendo em consideração o transporte, montagem, resistência e custo. Sendo verde: eficiência ótima; amarelo: eficiência boa e vermelho: eficiência razoável.

Quadro 3 - Seleção de propostas para os usos principais.

GUARDAR		
MÓDULO	ESTANTE 1x2	CUBO
		
<p>Montagem: em 1 Min Dimensões: 40x40x40 cm Peso: 3Kg Suporta: 10 Kg Preço: R\$ 34,90</p>	<p>Montagem: em 2 min Dimensões: 41x40x81 cm Peso: 7 Kg Suporta: 20 Kg Preço: R\$ 79,90</p>	<p>Montagem: em 1 Min Dimensões Internas: 30x30x30 cm Peso: 1.8 Kg Suporta: 3 Kg por cubo Preço: R\$ 24,90 por Cubo</p>
DIVIDIR		
DIVISÓRIA PRISMA GRANDE	DIVISÓRIA PRISMA QUIMERA	DIVISÓRIA ELIPSE
		
<p>Montagem: 1 Min por m² Dimensões: 45x45x45 cm Peso: 350g 1m² Montagem fechada: 6 und Preço: R\$ 6,00</p>	<p>Montagem: 2 Min por m² Dimensões: 15x15x45 cm Peso: 150 g 1m² Montagem fechada: 16 und Preço: R\$ 3,00</p>	<p>Montagem: 2 Min por m² Dimensões Internas: 47x36 cm Peso: 150 g 1m² Montagem fechada: 26 und 1m² Montagem aberta: 20 und Preço: R\$ 3,00</p>
DORMIR		
CAMA DE SOLTEIRO FORTEBOX PADRÃO	CAMA 'PAPEL' - SOLTEIRO	CAMA 2.0 - SOLTEIRO
		

<p>Tipo de papelão: Simples reciclável Dimensões: 198 x 88 x 41 cm Peso: 21 Kg Suporta: 700 Kg Preço: R\$ 435,00</p>	<p>Tipo de papelão: 7 mm Dimensões: 195x80x 29 cm Peso: 10 Kg Suporta: 200 Kg por m² Preço: R\$ 363,00 + custos de importação</p>	<p>Tipo de papelão: ondulado Dimensões: 149 x 33 x 17 cm alt Peso: 11 Kg Suporta: 100 Kg Preço: R\$ 1.136,96 + custos de importação</p>
---	---	--

Fonte: Cartone Design [4], Fortbox[6], Karkent [7] e RIAB[8]. (2024).

Assim, o transporte foi priorizado por produtos já comercializados e desenvolvidos no Brasil, em sua maioria, tendo como fabricante dos seis primeiros itens o Cartone Design [4] e os demais fabricantes são: Fortbox[6], Karkent [7] e RIAB[8] respectivamente. A montagem foi critério rigoroso de seleção, exigindo a existência de manuais e passo a passo de montagem de cada mobiliário apresentado. Enquanto a resistência foi comparada em relação aos custos, prevendo um tempo útil de duração para a mobília.

4. Conclusões

De acordo com os dados da defesa civil, o número de eventos climáticos em Santa Catarina passou de 165 ocorrências em 2018 para 506 em 2022, nesse período, sendo que 47% deles possuem como causa mais recorrente as chuvas intensas. Ao relacionar os impactos desses desastres na sociedade, conclui-se que os abrigos temporários atendem a certas necessidades, mas há lacunas com relação às organizações internas e pessoais dentro dele que dificultam a permanência e a readaptação das atividades diárias no espaço, a privacidade do indivíduo e sensação de pertencimento.

Assim, foi realizado um levantamento de produtos já desenvolvidos, seja no mercado ou para fins acadêmicos, com o intuito de selecionar e sistematizar as propostas mais eficazes de mobiliário feitos em papelão para serem empregadas em abrigos temporários emergenciais tendo por base critérios de funcionalidade, conforto, organização e a função desses espaços durante situações de crise.

Nesse estudo obteve-se informações sobre as dimensões, peso, custo, montagem e resistência, sempre cumprindo o critério: ser produzido com papelão. O resultado foi uma seleção de 9 mobiliários, que atendem às funções de guardar, dormir e dividir, setorizadas por níveis de eficiência determinados por critérios estipulados. Destes, 3 deles foram avaliados com o nível verde de desempenho.

Por fim, ressalta-se as enormes oportunidades para projetos para mobiliários em situação de emergência que podem realmente impactar a vida das pessoas, proporcionando soluções que promovam uma maior qualidade de vida dentro de um cenário das emergências humanitárias.

5. Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pelo financiamento da Pesquisa 8881.705009/2022-01, no programa PEPED, AUXPE1011/2023 edital vulnerabilidade 28/2022 e aos programas PIBIC/ PIBITI da UFSC/CNPq, pela concessão de bolsas de iniciação científica.

Referências

- [1] MARTEL, Marcelo. **Design humanitário nas emergências causadas por catástrofes naturais**. Revista D.: Design, Educação, Sociedade e Sustentabilidade., Vol. 3, No 3 (2011).
- [2] CARBONARI, Luana Toralles; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Temporary Housing Made from Recycled Paper Tubes: A Comparative Study of Housing “Paper Log House” and Its Adaptations to Different Contexts**. In: INCREaSE: Proceedings of the 1st International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century-INCREaSE 2017. Springer International Publishing, 2018. p. 503-512.
- [3] CHAIRIGAMI. **Site do Chairigami**, 2023. Disponível em: <https://www.chairigami.com/>. Acesso em: 25 Jul 2023.
- [4] CARTONE DESIGN. **Site do Cartone Design**, 2023. Disponível em: <https://www.cartonedesign.com.br>. Acesso em: 25 Jul 2023.
- [5] LEARDI, Lindsey. **Estudantes projetam mobiliários temporários para desabrigados**, 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/881582/estudantes-projetam-mobiliarios-temporarios-para-desabrigados>. Acesso em: 25 Jul 2023.
- [6] FORTEBOX. **Cama De Solteiro Fortebox Padrão - Papelão Resistente**. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3616006079-cama-de-solteiro-fortebox-padro-papelao-resistente-_JM?searchVariation=181978495453#searchVariation=181978495453&position=23&search_layout=stack&type=item&tracking_id=9c70a541-5814-483a-8bc4-bb859ea48018. Acesso em: 29 abr. 2024.
- [7] KARTENT. **Cama em arco de papelão com gavetas opcionais**. Disponível em: <https://www.kartent.com/en/arch-bed.html>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- [8] A BOX, Room In. **BED 2.0**. Disponível em: <https://www.roominabox.com/products/bed-2-0?variant=40058937737425>. Acesso em: 29 abr. 2024.

**Aplicação do Branding no Desenvolvimento do Aplicativo USAT:
Acessibilidade e Governança ao Alcance do Cidadão**
*Branding Application in USAT App Development: Accessibility and
Governance Within Citizen's Reach*

Mel Ramos da Rosa, Graduanda, UFSC

melramosdarosa30@gmail.com

Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda, UFSC

ernestinaengel@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Dra, UFSC.

lisiane.librelotto@gmail.com

João Pedro Scremin, Graduando, UFSC

joaopedro.scremin@gmail.com

Luiza Luciano de Oliveira Picollo, Graduanda, UFSC

luhpicollo@gmail.com

Resumo

Existe um desafio em conciliar estratégias de *branding* com a acessibilidade e governança em aplicativos móveis. Assim, o objetivo do artigo é explorar de que maneira o branding foi aplicado em uma ferramenta de governança acessível ao cidadão, tendo como estudo de caso o aplicativo USAT. Como método utilizou-se o estudo de caso essencialmente qualitativo para o desenvolvimento de uma ferramenta para visualização acessível de indicadores de sustentabilidade e, junto a isso, o desenvolvimento da identidade visual do projeto. Como resultados alcançados, aponta-se a viabilidade de equilibrar branding com acessibilidade e governança, desde que medidas adequadas sejam implementadas durante todo o processo de desenvolvimento, assim, assegurando os objetivos do aplicativo. Além disso, percebeu-se que essa abordagem pode suscitar preocupações sobre a priorização da estética em detrimento da usabilidade, embora, no estudo de caso, um panorama positivo tenha sido obtido, ele ainda não foi testado em larga escala.

Palavras-chave: branding; sustentabilidade; usat

Abstract

There is a challenge in reconciling branding strategies with accessibility and governance in mobile applications. The aim of this research is to explore how branding has been applied to a governance tool that is accessible to citizens, using the USAT app as a case study. The methods include a qualitative case of study for development of a tool for accessible visualization and, together with this, the development of the project's visual identity. The results show that it is feasible to balance branding with accessibility and governance, provided that appropriate measures are implemented throughout the development process, thus ensuring the application's objectives. In addition, it was noted that this approach may raise concerns about prioritizing aesthetics over usability, although in the case study a positive outlook was obtained, it has not yet been tested on a large scale.

Keywords: branding; sustentabilidade; usat

1. Introdução

Com o avanço contínuo das tecnologias e a crescente conectividade, os indivíduos estão cada vez mais interessados em encontrar soluções digitais que simplifiquem suas rotinas diárias. Nesse contexto, os aplicativos têm se tornado amplamente populares, pois são softwares projetados para serem instalados em dispositivos móveis, como smartphones, oferecendo uma variedade de usos tecnológicos.

O desenvolvimento de aplicativos e ferramentas de apoio à decisão baseada em indicadores têm um papel crucial no avanço da sustentabilidade urbana e da edificação. Essas ferramentas fornecem uma abordagem estruturada para coletar, analisar e interpretar dados relevantes, permitindo que governos, autoridades locais, planejadores urbanos e outros stakeholders tomem decisões informadas e orientadas por evidências. Isso auxilia decisores a tomar ações mais informadas e a priorizar recursos de maneira estratégica. Além disso, essas ferramentas engajam a comunidade, apoiam políticas públicas, promovem inovação e ajudam a transformar dados em medidas concretas para melhorar a cidade de maneira sustentável.

Atualmente existem diversos aplicativos voltados a simplificar a gestão da cidade - como Software Cidade Inteligente, APP cidades, ParticipACT Brasil, Plataforma Bright Cities e Aplicativo Planet - não do mesmo modo que é proposto pelo Sistema de gestão da sustentabilidade USAT/ESA-B, mas ainda é possível utilizar os aplicativos atuais como exemplos para guiar a equipe do projeto de pesquisa na criação do aplicativo/ferramenta USAT. Este artigo apresenta os resultados das primeiras etapas de desenvolvimento do aplicativo, no que se refere a concepção da marca e front end (interface) do aplicativo. O diferencial deste aplicativo é sua abertura para todos os tipos de público, permitindo a participação cidadã no processo da coleta e visualização dos dados obtidos, promovendo assim o engajamento cívico na gestão sustentável do bairro.

2. Procedimentos Metodológicos

Essa pesquisa é parte do desenvolvimento do projeto USAT/ESA-B, que busca uma ferramenta integrada para gestão da sustentabilidade em um bairro de um município. Foram cumpridas diversas etapas, iniciando-se pela revisão bibliográfica exploratória e sistemática sobre métodos e sistemas de avaliação da sustentabilidade urbana e das edificações, assim como o estudo detalhado do Modelo ESA (Librelotto et. al. 2017 [1]), como forma de estabelecer uma avaliação abrangente e que permita a gestão da sustentabilidade em um bairro. Os métodos de avaliação da sustentabilidade foram sintetizados e correlacionados, originando uma lista de indicadores para monitoramento de mudanças no bairro (choques), estrutura urbana, estratégias (condutas) empregadas na edificação e desempenho (resultado) alcançado.

Particularmente, no que se refere ao desempenho, o monitoramento da sustentabilidade se dará por meio de um aplicativo e sistema web, que fornecerão as informações disponibilizadas em um banco de dados. O sistema web além de compilar as informações das avaliações dos usuários pelo aplicativo, deverá ainda permitir a visualização dos resultados dos indicadores da estrutura urbana e das edificações, disponibilizados por órgãos públicos, pesquisadores e usuários. Para compor a identidade visual do aplicativo e sistema web, foi desenvolvida a marca do projeto, que deverá ser reproduzida nas páginas de divulgação do projeto, nas interfaces do aplicativo e do sistema web. Neste desenvolvimento, utilizou-se o método do *Branding* e diversas ferramentas de design.

Uma revisão bibliográfica abrangente, permitiu a compreensão dos conceitos de *branding*, acessibilidade e governança, seguida pelo estudo de caso do desenvolvimento da marca, logotipo e interface do aplicativo USAT utilizando o método *TXM Branding*. No estudo de caso, foram realizadas observações diretas durante o desenvolvimento do aplicativo USAT por meio de reuniões presenciais entre os membros do grupo, sendo os dados coletados submetidos a uma análise qualitativa para identificação de padrões e insights relevantes, seguindo as etapas do *Branding*. As etapas do *Branding* aplicadas neste artigo referem-se ao Think e Experience, visto que a etapa de Manage tem maior aplicação após a marca já estar lançada no mercado, o que ainda não foi realizado e envolve a gestão contínua da marca.

Além do método *TMX Branding*, foram utilizadas outras ferramentas destinadas a coletar insights de aplicativos/sistemas semelhantes, e de conceitos definidos a serem expressos no aplicativo. Foram efetuadas análises sincrônicas de cinco concorrentes do mesmo segmento, considerando funcionalidades, identidades visuais (cores, formas, tipografias), avaliações de download dos aplicativos/sistemas, pontos positivos e negativos. Além da análise sincrônica, foram construídas personas para nortear o desenvolvimento do projeto, com o intuito de analisar o público alvo do projeto, entendendo seus hábitos, gostos e costumes, desta forma é possível identificar qual tipo de linguagem utilizar, os termos e a forma como o aplicativo deve funcionar para se encaixar melhor nestes padrões.

3. Fundamentação teórica

A seguir, serão apresentadas as etapas de fundamentação sobre as ferramentas de branding, e, posteriormente, exemplos de aplicativos existentes atualmente voltados à gestão urbana.

3.1 Branding

Segundo Klein (2004) [2], *branding* é o processo de criar um nome, símbolo, design, ou uma combinação desses elementos que identificam e distinguem um produto, serviço, ou empresa dos demais. Trata-se de moldar a percepção de uma marca na mente do consumidor e criar uma associação forte e positiva, envolvendo diversos elementos como identidade, imagem, posicionamento, e patrimônio da marca. No geral, o *branding* trata de contar uma história e criar uma conexão emocional com o público-alvo. Este processo é extremamente importante no desenvolvimento de aplicativos, especialmente em um mercado tão competitivo. Um *branding* eficaz diferencia um aplicativo da concorrência e influencia diretamente a percepção dos usuários sobre sua qualidade, confiabilidade, e valor. Isso, por sua vez, impacta a decisão de baixar, usar, e recomendar o aplicativo para outros (Klein, 2004) [2].

Para Cameira (2013) [3], o *branding* resulta de uma evolução no campo do design que partiu da marca e da identidade visual, para a gestão de uma identidade corporativa, como síntese do pensamento de diversos autores. A marca foi conceituada por pontos de vistas distintos (Kotler, 1991 [4]; Aaker, 2009 [5]; Perez, 2004 [6] e Wheeler, 2008 [7]). Na visão destes e de outros autores, o ponto comum é que a marca tem como função essencial, identificar e diferenciar, alcançando até aspectos mais amplos e subjetivos, como parte de um sistema complexo de geração de valores tangíveis e intangíveis para empresas e consumidores. Já na gestão da identidade corporativa, reúnem-se aspectos como a identidade visual (símbolos gráficos que traduzem uma ideia), a identidade da marca (que reflete a missão e os valores que compõe o DNA da empresa) e as formas como refletem nas

estratégias de gestão da empresa frente ao seu mercado e consumidores e de como ela é percebida pelos clientes.

Como métodos para a aplicação do *Branding*, Cameira (2013) [3] conseguiu elencar diversos nomes como o Método Crama, o Brains, o Habitat da Marca e o BRtail, a partir de uma série de entrevistas com profissionais que atuam no desenvolvimento de identidades corporativas. Outro método que pode ser utilizado é o TXM Branding (Figura 1), descrito em Campos *et al.* (2016) [8], para os quais os autores da pesquisa estão mais familiarizados e portanto, foi selecionado para a aplicação do estudo de caso do projeto USAT/ESA-B.

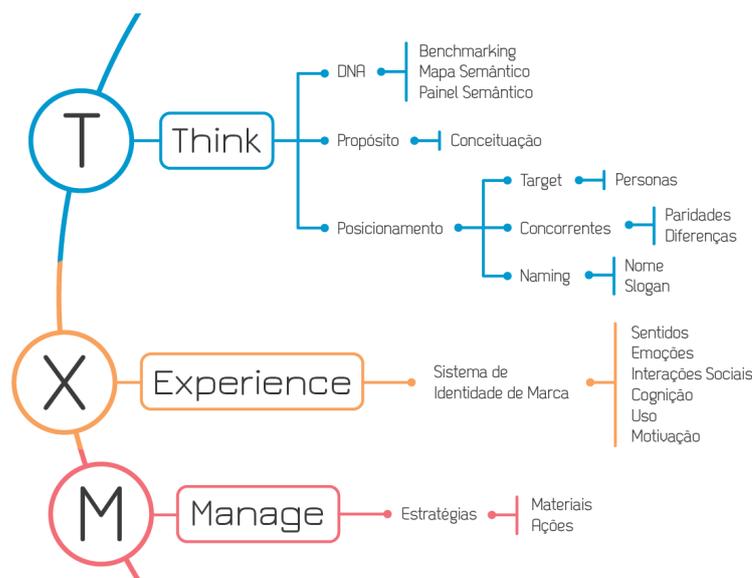


Figura 1: TXM Branding. Fonte: Campos *et al.* (2016)

Campos *et al.* (2016) [8] descrevem as etapas do TXM Branding de forma mais detalhada. Na primeira etapa, denominada Think (T) a marca é pensada, ou seja, sua essência é definida. A etapa T se subdivide em outras três etapas: DNA (o qual é determinado através do uso da ferramenta Brand DNA Process®), o propósito e o posicionamento (no qual são definidos: naming, Target e concorrentes). As outras duas etapas são: Experience (X) e Manage (M). Na metodologia TXM Branding, o DNA é definido através de 5 categorias de conceitos, a saber: mercadológico, emocional, resiliente, técnico e integrador.

Posteriormente, inicia-se a etapa Experience, com o trabalho de expressão da marca visando à experiência dos consumidores por meio dos sentidos – visuais, olfativos, sonoros, táteis e gustativos. É construído o sistema de identidade da marca considerando os sentidos, as emoções, as interações sociais, a cognição, o uso e a motivação. Por fim, têm-se a etapa de Manage, que envolve a criação de estratégias internas e externas e concentra-se na gestão contínua da marca. As estratégias são construídas a partir da conceituação do DNA de marca e devem alinhar estes conceitos em todos os diferentes pontos de contato, para fortalecer a presença e contar a história de forma concisa. Como o estudo que gerou este artigo ainda se encontra em desenvolvimento, a etapa Manage ainda não foi desenvolvida.

3.2 Aplicação dos conceitos em aplicativos e ferramentas de avaliação da sustentabilidade

O conceito de acessibilidade quando aplicado ao desenvolvimento de aplicativos é de extrema importância, pois amplia seu alcance e utilidade para um público mais amplo. Interfaces simples, intuitivas, e de fácil compreensão são essenciais para alcançar esse objetivo, garantindo que o aplicativo seja inclusivo, independentemente do nível de habilidade tecnológica do usuário ou outra necessidade especial. Isso não apenas aumenta o potencial de usuários, mas também contribui para a democratização do acesso à tecnologia. Ao priorizar a acessibilidade para a população leiga, as empresas demonstram um compromisso com a inclusão de todos os públicos, fortalecendo sua imagem de marca e

Ademais, o papel do aplicativo como uma ferramenta de governança acessível aos cidadãos traz diversos benefícios. Primeiramente, contribui para a transparência dos processos, permitindo que as pessoas acompanhem e compreendam as decisões que afetam suas vidas. Esse acesso à informação fortalece a confiança na administração pública e promove uma relação mais aberta entre governo e sociedade. Também, aumenta a legitimidade das políticas e ações do governo. Ao refletir as necessidades e opiniões da população, as decisões tomadas tornam-se mais alinhadas com os interesses coletivos, reforçando a percepção de representatividade e responsabilidade por parte das autoridades.

Outro benefício significativo é a melhoria das políticas públicas. Ao ouvir diferentes perspectivas e experiências, os governos têm a oportunidade de criar políticas mais eficazes e relevantes. Essa diversidade de *insights* contribui para uma abordagem mais abrangente na identificação e resolução de problemas sociais. Por fim, a participação cidadã promove o empoderamento dos indivíduos, fortalecendo seu engajamento cívico e senso de pertencimento à comunidade e ao governo. Ao se envolverem ativamente no processo decisório, os cidadãos se tornam agentes de mudança em suas próprias realidades, exercendo sua cidadania de forma mais efetiva e responsável.

Com o avanço contínuo das tecnologias e a crescente conectividade, os indivíduos estão cada vez mais interessados em encontrar soluções digitais que simplifiquem suas rotinas diárias. Nesse contexto, os aplicativos têm se tornado amplamente populares, pois são softwares projetados para serem instalados em dispositivos móveis, como smartphones, oferecendo uma variedade de usos tecnológicos.

Atualmente existem diversos aplicativos voltados a simplificar a gestão da cidade. Ainda que não sejam do mesmo modelo proposto pelo Sistema de gestão da sustentabilidade USAT/ESA-B, podem ser citados os seguintes exemplos:

- software Cidade Inteligente: sistema que permite integração de várias áreas e setores de uma prefeitura e conta com funções específicas para cada uma delas, sendo assim uma ferramenta vital na digitalização de processos (prefeitura digital) (Cidade Inteligente, 2024) [9];
- APP cidades: tecnologia de gestão pública digital (vacinas, matrículas, chamadas, solicitação de podas de árvores, pagamento de IPTU) (App Cidades, 2024) [10];
- ParticipACT Brasil: projeto de pesquisa acadêmica que busca a gestão eficiente e participativa de cidades inteligentes por meio de uma plataforma de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Entre os objetivos está a implantação de um big data com dados de organizações públicas e privadas, e dados coletados de forma participativa e colaborativa pelos cidadãos (Participact, 2024) [11];
- Plataforma Bright Cities: conhecer e comparar as cidades que se destacam no conceito de cidades inteligentes por apresentarem bons resultados em seus indicadores e pelas soluções adotadas (Bright Cities, 2024) [12];

- Aplicativo Planet: o painel de controle das cidades inteligentes, apresentando informações em diferentes níveis de detalhe, desde o interpessoal a grandes escalas, e possibilita aos cidadãos a interação de todos os serviços disponíveis na cidade inteligente (Planet Smart Cities, 2024) [13].

4. Resultados e discussões: processo de desenvolvimento do logo e identidade visual do aplicativo USAT

No estudo aqui apresentado, o objetivo principal do processo de *branding* do USAT é criar a identidade visual para o projeto, para utilização na aplicação mobile e em páginas da web. Iniciou-se com uma reunião destinada ao *briefing*, para análise dos pontos importantes para o processo, como analisar seus objetivos, público alvo, funcionalidades básicas, etc. Foi traçado um DNA para a marca, que é um conjunto de palavras que tenta resumir ao máximo os preceitos básicos que irão reger o resto do processo de branding. Em virtude da limitação de espaço neste artigo, as etapas da TXM Branding não serão detalhadas. Apenas os resultados mais relevantes serão descritos aqui. Um exemplo disso são os conceitos definidos para a marca: Eles são apresentados a seguir em acordo com as categorias definidas na TXM Branding. São eles: técnico - governança; emocional - ativismo; resiliente - amplitude; mercadológico - indispensável; e, integrador - sustentabilidade.

Quanto à paleta de cores da marca, definida na etapa Think, estabeleceu-se que deve refletir o berço do projeto: o bairro da Lagoa da Conceição, assim como deve, também, trazer consigo o principal pilar de atuação do grupo de pesquisa Virtuhab: a sustentabilidade. Assim a paleta de cores foi extraída a partir de uma foto da Lagoa da Conceição. A Figura 2 apresenta a paleta de cores composta por uma combinação suave de azul, marrom e tons de verde, remetendo à riqueza natural da Lagoa e seu histórico de pesca artesanal.

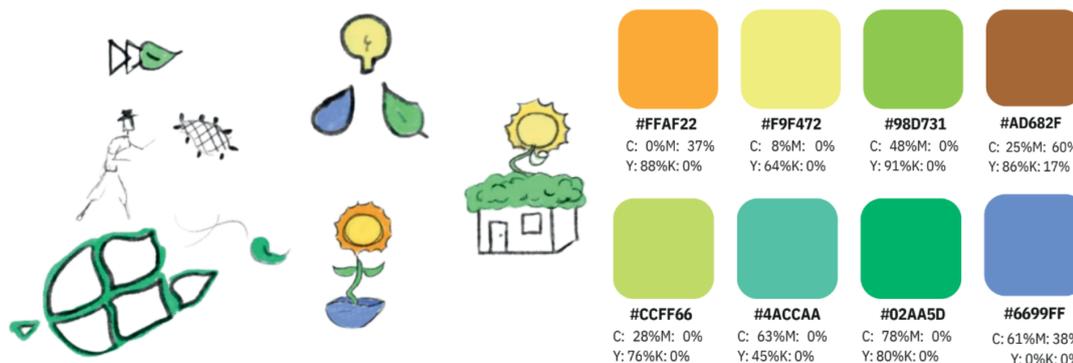


Figura 2: Esboços e ideias para logo e paleta de cores. Fonte: elaborado pelos autores.

O desenvolvimento da identidade visual decorreu com a criação de esboços (Figura 2) com objetivo de remeter a ideia de: progresso, melhora, evolução, conforto e, principalmente, à sustentabilidade. Então, realizou-se o processo de geometrização dos esboços e alguns grafismos foram obtidos, exibidos na Figura 3.

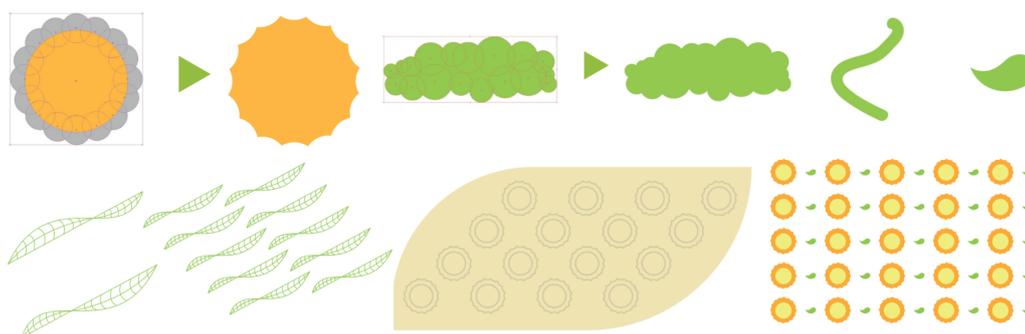


Figura 3: Processo de geometrização dos esboços e criação de grafismos que compõem a identidade da marca.
Fonte: elaborado pelos autores.

A partir disso, com algumas opções criadas, foi realizada uma nova reunião com o grupo do projeto a fim de definir a que melhor remeta ao DNA da marca e represente seus valores principais, além de ter apelo visual ao consumidor. Como resultado da reunião conduzida, foi definido que o logo seria composto por vários elementos, que seriam utilizados ou abstraídos das aplicações da marca conforme necessário.

A versão final do logo desenvolvido tem uma composição diagonal crescente, como uma escada, indo do nome do bairro, passando pelo nome do projeto e terminando no ícone, evidenciando uma melhora e o “florescimento” do bairro após a implementação do USAT. A Figura 4 apresenta a logo final do projeto USAT Lagoa da Conceição.



Figura 4: Logo final do Projeto. Fonte: elaborado pelos autores.

Na concepção final escolhida, os elementos principais são o Sol, a edificação, o grafismo de folhas e o nome do bairro. No caso do Sol, pode ser também interpretado como uma flor, remetendo à ideia de florescimento, energia e evolução. A casa com plantas no lugar da cobertura indicam uma relação saudável e mútua entre o urbano e o natural.

Assim, a identidade visual do projeto poderá ser aplicada em materiais diversos, padronizando a produção com os elementos gráficos disponíveis. O grafismo ondulado remete tanto a folhas quanto aos padrões de uma rede de pesca, trazendo consigo a herança cultural da Lagoa, berço do projeto. Por fim, o nome do bairro onde o projeto está sendo aplicado, em destaque. Em projetos futuros, outros bairros poderão ser incluídos no projeto.

A partir disso, idealizou-se o aplicativo de gestão da sustentabilidade. O aplicativo móvel USAT possui como público usuário os moradores do Bairro de estudo, além de visitantes. Dessa forma, na tela inicial será possível escolher entre os dois tipos de usuários, e também há um direcionamento para a página da WEB. A Figura 5 ilustra as telas iniciais do aplicativo, com a aplicação do logo e dos elementos complementares da identidade visual proposta.



Figura 5: Telas iniciais aplicativo. Fonte: elaborado pelos autores.

De forma geral, optou-se por telas intuitivas, onde o usuário poderá escolher sua localização atual ou bairro de interesse, e navegar pelas funcionalidades propostas. A partir disso, são apresentadas as opções de fazer avaliação; acessar notícias; atualizações da região (como mudanças de legislações); e visualizar o cenário do bairro, com integração com os indicadores da Web, mostrados a partir de gráficos educativos.

No caso das avaliações, o morador poderá realizar tanto análise do bairro, quanto de sua edificação, ambas as categorias relacionadas com os indicadores. No aplicativo, os indicadores serão simplificados, tornando a interface simples de ser operada. Para a avaliação, serão oferecidas as categorias principais, onde serão desdobrados e inseridos os indicadores de cada categoria, para avaliação de 1 a 5 pelo usuário. Também será apresentada a nota geral da categoria, a partir das pareceres anteriores.

5. Considerações Finais

Este artigo apresenta as possibilidades de uso dos conceitos de branding no estudo de caso do aplicativo USAT. Os resultados mostram que as estratégias de *branding* no desenvolvimento da identidade visual foram essenciais, possibilitando unidade visual ao projeto. Com isso, entende-se a importância de uma identidade visual clara no reconhecimento dos elementos principais aliados à flexibilidade de aplicação em diferentes componentes.

Dessa forma, o estudo evidencia a importância de considerar a acessibilidade e governança ao desenvolver estratégias de branding para aplicativos móveis, destacando a necessidade de equilibrar a estética e a identidade visual com a usabilidade e participação cidadã. Ao analisar o caso do aplicativo USAT, conclui-se que medidas adequadas foram tomadas para garantir que essas particularidades não sejam comprometidas durante o processo de desenvolvimento.

Como próximas etapas, salienta-se a necessidade de análises de usabilidade e acessibilidade da identidade visual aplicada no sistema móvel. Após a disponibilização do aplicativo para a população, serão importantes análises para compreender o atendimento de critérios de acessibilidade e usabilidade, buscando a melhoria constante do sistema.

Referências

- [1] LIBRELOTTO, Lisiane Ilha et al. **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana**: Modelo ESA Edificações. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/238369/ANAIS%20ENSUS%202017-163-177.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- [2] KLEIN, Naomi. **Sem logo**: a tirania das marcas em um planeta vendido. 4. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- [3] CAMEIRA, Sandra Ribeiro. **O branding e a metodologia de sistemas de identidade visual**. 2013. 427 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-28012014-100230/publico/Sandra_Cameira_ME.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.
- [4] KOTLER, Phillip. **Marketing management**: analysis, planning, implementing and control. 7th Ed. London: Prentice-Hall International, 1991.
- [5] AAKER, David A. **Construindo marcas fortes**. Bookman Editora, 2009.
- [6] PEREZ, Clotilde. **Signos da marca**: expressividade e sensorialidade. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [7] WHEELER, Alina. **Design de identidade de marca**: um guia completo para a criação, construção e manutenção de marcas fortes. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [8] CAMPOS, A. Q.; et. al. **O Evento Criativo como etapa de construção do DNA de Marca**: o caso Wavetech. *Sistemas & Gestão*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 670–677, 2016. DOI: 10.20985/1980-5160.2015.v10n4.686. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/686>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- [9] CIDADE INTELIGENTE. **Gestão Pública Baseada em Dados**: conecte-se ao cidadão e transforme sua cidade. 2024. Desenvolvido por F5. Disponível em: <https://cidadeinteligente.app.br/#:~:text=O%20Software%20Cidade%20Inteligente%20con,ta,PREFEITURA%200%25%20PAPEL>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- [10] APP CIDADES. **Vamos transformar sua prefeitura**: a maior plataforma especializada em app para gestão pública do brasil. 2024. Disponível em: <https://appcidades.com.br/>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- [11] PARTICIPACT. **Tecnologias inovadoras na gestão da cidade inteligente**. 2024. Disponível em: <https://site.participact.com.br/>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- [12] BRIGHT CITIES. **Diagnóstico de Cidades**: entregamos um perfil completo da sua cidade. 2024. Disponível em: <https://www.brightcities.city/>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- [13] PLANET SMART CITIES. **Descubra as inovações que a Planet Smart Cities oferta hoje**. 2024. Disponível em: <https://planetsmartcity.com.br/inovacao/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Agradecemos também ao Programa PIBIC/CNPq, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis – estudo de caso em Belo Horizonte

Impact of specific urban parameters to boost sustainable smart cities – a case study in Belo Horizonte

Isaias Carlos de Azevedo Júnior, Engenheiro Civil, CEFET-MG.

iscjunior@gmail.com

Raquel Diniz Oliveira, Professora Doutora, CEFET-MG.

raqueldo@gmail.com

Flávia Spitale Jacques Poggiali, Professora Doutora, CEFET-MG.

flaviaspitale@cefetmg.br

Resumo

A análise e compreensão de dados referentes aos processos urbanos são indispensáveis na gestão eficiente das cidades. No presente trabalho foram analisados diversos parâmetros e indicadores com o objetivo de estudar quais seriam mais relevantes para políticas públicas em Belo Horizonte. Os dados de bases públicas foram organizados em plataforma georreferenciada (*WebGIS*) e em planilhas eletrônicas, permitindo tratar e correlacionar parâmetros com indicadores urbanos. Como resultado, os parâmetros referentes ao porte, idade e uso das edificações, além da infraestrutura urbana e de riscos hidrogeológicos, foram os que apresentaram maior número de correlações fortes com os indicadores analisados. O estudo destes parâmetros, bem como a metodologia adotada, possui potencial para contribuir com a elaboração de planos de ação com foco na estruturação e desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

Palavras-chave: Desenvolvimento Urbano, Planejamento Urbano, Indicadores Urbanos, Parâmetros Urbanos.

Abstract

The analysis and understanding of data related to urban processes are indispensable for the efficient management of cities. In the present study, various parameters and indicators were analyzed to determine which would be most relevant for public policies in Belo Horizonte. Data from public databases were organized on a georeferenced platform (WebGIS) and in electronic spreadsheets, allowing for the treatment and correlation of parameters with urban indicators. As a result, the parameters concerning the size, age, and use of buildings, as well as urban infrastructure and hydrogeological risks, were those that showed the highest number of strong correlations with the analyzed indicators. The study of these parameters, as well as the adopted methodology, have the potential to contribute to the development of action plans focused on the structuring and advancement of smart and sustainable cities.

Keywords: Urban Development, Urban Planning, Urban Indicators, Urban Parameters.

1. Introdução

O século 21 é considerado como o século das cidades. Em 2030, espera-se que 60% da população viva em grandes metrópoles; já em 2050, estima-se que este percentual salte para 75%, podendo chegar a mais de 80% até o final do século. Em alguns países desenvolvidos, estas taxas de urbanização já foram ultrapassadas, como por exemplo no caso do Reino Unido [1].

Não é exagero dizer que as cidades estão no centro dos desafios globais e que, por isso, possuem papel importante e decisivo em suas soluções. Ao ocupar apenas 3% da superfície terrestre, impulsionam fortemente o crescimento econômico com 80% do PIB (Produto Interno Bruto) global, e são responsáveis pela emissão de 75% dos gases de efeito estufa [2]. Nesse sentido, as mudanças em âmbito local têm potencial para contribuir com a resolução desses grandes desafios por meio da inovação focada no aumento da eficiência dos processos urbanos.

Dentro deste contexto, o trabalho trata de analisar e classificar indicadores e parâmetros urbanos de acordo com seu impacto, podendo contribuir para análises mais assertivas deste ambiente. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo identificar os parâmetros urbanos com maior potencial para contribuir com o desenvolvimento de Belo Horizonte – MG como cidade inteligente e sustentável.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Cidades Inteligentes Sustentáveis

Por meio do desenvolvimento de novas tecnologias, que permitiram o aumento da capacidade de *hardware*, armazenamento e processamento de dados, passou a ser possível a coleta e tratamento massivo de dados gerados pelos processos das cidades. Com base nestes avanços tecnológicos, foram viabilizadas análises mais completas e holísticas de diversos problemas urbanos, permitindo estudos com foco na otimização de diversos processos, impactando diretamente a vida e o bem-estar nas cidades [3].

Neste contexto, surge no final da década de 1990, o conceito de *Smart Cities*. Nesta época, de forma pioneira, Genebra/Suíça, Tampere/Finlândia, Hong Kong/China e Cingapura já davam os primeiros passos no desenvolvimento de tecnologia da informação, com foco em aumentar sua competitividade econômica associada a indicadores de bem-estar social e sustentabilidade [4].

O conceito de cidade inteligente também leva em consideração a preparação de um ambiente urbano mais resiliente frente aos impactos relacionados às mudanças climáticas, fazendo uso das tecnologias digitais para aperfeiçoar o planejamento urbano [5] [3].

2.2 Análise de Parâmetros Urbanos

A análise dos parâmetros e indicadores urbanos georreferenciados tem sido viabilizada também por técnicas de classificação de cidades, também conhecidas como *benchmarking*¹ ou análise de *rating*². Para tanto, a comparação quantitativa entre diferentes cidades tem sido desenvolvida por diversas organizações. Nesse sentido, foi identificado o uso de conjuntos de múltiplos indicadores, por meio dos quais pode ser apurado um índice que indique o nível de

¹ Análise comparativa entre cidades.

² Classificação de cidades por meio do desempenho de indicadores pré-definidos.

desenvolvimento urbano que permita a comparação de cidades [6]. Assim, é imprescindível que os indicadores e parâmetros urbanos, selecionados para direcionar os estudos, possam refletir projetos específicos e focados na construção, melhoria e evolução das cidades, contribuindo assim para um ambiente urbano sustentável.

2.3 Pesquisas Correlacionadas

Por meio de revisão sistemática da literatura foram identificados estudos relevantes relacionados ao desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis por meio da organização georreferenciada de indicadores e parâmetros. Nesse sentido, alguns pesquisadores, sobretudo em países desenvolvidos, têm obtido bons resultados provenientes do desenvolvimento de tecnologias e metodologias para tratar problemas urbanos e fomentar a eficiência, inteligência e sustentabilidade das cidades.

No trabalho desenvolvido por Adachi *et al.* (2014) foi realizada a análise de um dos principais desafios enfrentados por grandes metrópoles: a formação de ilhas de calor. O estudo correlacionou a densidade demográfica da cidade aos efeitos de ilhas de calor. Os autores modelaram a cidade com uso de dados provenientes de levantamentos tributários (área útil de edificações), censitários e de demais informações provenientes de outros levantamentos que a cidade possuía. Ao final, os autores concluíram que, na média, há um aumento na temperatura da região metropolitana quando considerado o cenário com a população dispersa e há uma redução quando considerado o cenário com a população adensada.

Kyba *et al.* (2021) avaliaram a eficiência da iluminação pública da cidade de Tucson/EUA. Neste estudo, foram analisadas as contribuições luminosas de outras fontes que se sobrepõe a estrutura pública, tais como lâmpadas, telas e painéis existentes na cidade. Foram utilizadas as informações georreferenciadas da estrutura da iluminação pública e, posteriormente, os dados foram comparados com parâmetros urbanos e imagens noturnas obtidas por satélites. Foi possível propor uma operação mais eficiente da infraestrutura de iluminação pública, com menor consumo de energia, contribuindo para redução de custos e impactos ambientais decorrentes da iluminação artificial.

Poslonec-Petri *et al.* (2016) elaboraram um mapa georreferenciado de ruído na cidade de Zagreb/Croácia. O trabalho consistiu em elaborar um mapa dinâmico do ruído na cidade. Os resultados permitiram conhecer melhor as fontes de ruídos e a elaboração de um diagnóstico e de proposição de medidas mitigadoras de ruído.

2.4 Normas para Gestão de Cidades

As principais normas NBR ISO, referências sobre o desenvolvimento sustentável de comunidades e cidades, são: 37.101/2017 (Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso); 37.120/2021 (Indicadores de serviços municipais e qualidade de vida); 37.122/2020 (Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para Cidades Inteligentes) e 37.123/2021 (Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Resilientes). Tais normas tem, dentre seus objetivos principais, orientar a estruturação de um sistema de gestão sustentável com indicadores relevantes e adequados a realidade específica de cidades de diversos portes. O conjunto de normas ISO enumera 19 temas e 276

indicadores os quais são compatíveis e alinhados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS³, preconizados pela Agenda 2030 da ONU [10].

3. Procedimentos Metodológicos

O presente estudo, inserido no âmbito de uma pesquisa de mestrado [11], busca, por meio da análise de dados urbanos, contribuir com o aprimoramento do planejamento das cidades. Para o desenvolvimento da pesquisa foi delineada metodologia para conversão e padronização de dados urbanos da cidade de Belo Horizonte, disponibilizados em diferentes formatos. Além disso, para consolidar e comparar os parâmetros e indicadores, foi necessário calcular e inserir novos atributos aos arquivos tais como informações relacionadas a localização (regional administrativa), levantamento de áreas, agrupamento de pontos, padronização de unidades de medida e formatação de arquivos com alta densidade de dados. Após realizar o tratamento vetorial de dados, com sobreposição e interseção de camadas e atributos georreferenciados, os arquivos foram convertidos do formato vetorial para planilhas eletrônicas, o que viabilizou análises comparativas entre regiões da cidade e, posteriormente, a correlação entre indicadores e parâmetros urbanos disponibilizados pelo município [12], [13], [14].

Neste sentido, o trabalho considerou 62 indicadores disponibilizados pela prefeitura na base de dados do observatório do Milênio [13]. Tais indicadores foram regionalizados, uma vez que indicadores globais não permitiriam uma análise comparativa. Os dados foram manipulados e consolidados com o uso do *software* QGIS. Posteriormente foi realizada a correlação entre parâmetros e indicadores com uso de *software* de edição de planilhas. Os parâmetros utilizados descrevem características da cidade, por bairros, tais como a existência de estruturas e serviços urbanos, restrições e/ou exigências urbanísticas, área urbanizada, ocupação de espaços ao longo dos anos, características de imóveis, dentre outros parâmetros. Para fins de organização e apresentação sintética, os parâmetros considerados foram agrupados, conforme apresentado no Quadro 01.

Quadro 1: Lista de grupos dos 194 parâmetros.

Item	Grupo de Parâmetros	Número de parâmetros
1	Coleta Resíduos	4
2	Infraestrutura Urbana	18
3	Infraestrutura de Educação e Saúde	8
4	Instalações de Serviço social	2
5	Infraestrutura de Seg. Pública	2
6	Infraestrutura de Esporte	1
7	Desenvolvimento Área Urbana	21
8	Uso e Ocupação do Solo	31
9	Atividade Econômica	12
10	População e Renda	17
11	Meio Ambiente	43
12	Mobilidade	35

Fonte: Elaborado pelos autores com base em BHGEO, 2022.

A título de exemplo e, para melhor entendimento da metodologia empregada no trabalho, apresenta-se a camada denominada “cadastro imobiliário” que disponibiliza diversos parâmetros urbanos relacionados aos imóveis existentes na cidade.

³ Objetivos estabelecidos pela ONU em 2015, que compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas que visam guiar a humanidade para um mundo mais sustentável até 2030.

Na

01 pode ser vista a forma como os elementos vetoriais são visualizados no *software* QGIS. A sobreposição de camadas disponibilizou um modelo digital da cidade para a organização dos dados de forma espacial. Na referida camada os imóveis foram vetorizados individualmente pela prefeitura e, a cada um, foram inseridos atributos semânticos tais como área construída, área do terreno, tipo construtivo, padrão de acabamento, atendimento por serviços e infraestrutura, dentre outros. Para comparação entre as diferentes regiões da cidade, foi necessário tratar, agrupar e consolidar os parâmetros que são disponibilizados pela prefeitura por imóvel, para cada região da cidade.



Figura 1: Camada Cadastro Imobiliário. Fonte: BHGEO (2022)

A Tabela 01 apresenta, como exemplo, a consolidação de parte dos parâmetros urbanos relacionados a disponibilidade de infraestrutura pública por região da cidade. Cada linha foi considerada como um parâmetro urbano, dentre os 194 analisados, para posterior pesquisa de correlação com indicadores.

Tabela 01: Atendimento serviços e infraestrutura urbana.

Atendimento Infra / Serviços	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Pavimentação (unid.)	852658	63167	216438	66588	84540	80904	47397	121016	105166	67442
Galeria Drenagem Pluvial (unid.)	556903	32973	195864	34018	48893	46215	25085	77103	62766	33986
Iluminação Pública (unid.)	852139	63260	216433	66500	84421	80911	47459	120863	105064	67228
Rede de Esgoto (unid.)	826238	61617	213966	63654	80537	78966	45951	115883	101000	64664
Rede Água (unid.)	847229	63242	216370	65824	84091	80763	47096	118593	104303	66947
Rede Telefonia (unid.)	844416	62515	216142	65012	82649	80765	47179	118930	104354	66870

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de BHGEO, 2022.

Também como exemplo, é apresentada a Tabela 02, por meio da qual são apresentados alguns dos 62 indicadores consolidados e analisados para verificação de correlação frente aos parâmetros urbanos.

Tabela 021: Indicadores regionalizados – ODS

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	Oeste	Pam-pulha	Venda Nova
O01-I04 (2021) Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	43,68	46,01	53,73	45,75	39,58	32,60	53,12	34,56	38,50	45,17
O03-I04 (2021) Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	10,65	11,44	12,89	11,62	11,99	12,35	11,63	7,64	12,74	9,07
O03-I12 Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)	214,2	262,6	96,66	391,2	293,1	163,4	229,6	115,0	145,0	254,04

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de PMBH, 2021.

Com os parâmetros e indicadores organizados em tabelas com dados consolidados por região, foi construída uma matriz de correlação. Como resultado foi obtida uma grande matriz com os parâmetros listados em 192 colunas e os indicadores organizados em 62 linhas. Nessa matriz, cada interseção entre indicador e parâmetro apresenta um coeficiente de Pearson. A Tabela 03 abaixo demonstra a organização das informações na matriz.

Tabela 03: Matriz de correlação - Coeficientes de Pearson.

Parâmetros	Indicadores	I01	I02	I62
		Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)
P01	Pavimentação (unid. imov. atend.)	0,053	-0,080	-0,141
P02	Arborização (unid. imov. atend.)	0,141	0,000	-0,235
P03	Galeria Drenagem Pluvial (unid. imov. atend.)	0,107	-0,041	-0,201
P04	Iluminação Pública (unid. imov. atend.)	0,053	0,080	-0,141
P05	Rede de Esgoto (unid. imov. atend.)	0,056	0,077	-0,144
P06	Rede Água (unid. imov. atend.)	0,054	-0,078	-0,141
	(...)			
P192	Rede Telefonia (unid. imov. atend.)	0,054	0,078	-0,143

Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de correlações fortes foi consolidado para cada indicador, tal como pode ser visto no Quadro 02, que apresenta, a título de exemplo para entendimento da metodologia, parte das 62 colunas referentes aos indicadores.

Quadro 02: Número de correlações fortes por indicador.

Correlações	Indicadores	I01	I02	(...)	I62
		Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	(...)	Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)
Número de correlações positivas fortes (P>0,8)		6	3		2
Número de correlações Negativas fortes (P>0,8)		1	0		0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a consolidação do número de correlações fortes, foram identificados os parâmetros mais influentes. Estes parâmetros foram analisados com foco em formular hipóteses que expliquem sua maior influência frente ao desempenho de um maior número de indicadores. Ao final das análises, foi possível concluir quais parâmetros exercem influência relevante no desempenho do maior número de indicadores urbanos sendo, possivelmente, os que possuem maior potencial no desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

3.1 Correlação entre variáveis

A Correlação entre duas variáveis expressa a associação entre elas. O Coeficiente de correlação populacional de Pearson, entre duas variáveis aleatórias, mede o grau com que estas se associam linearmente, bem como se essa associação é positiva ou negativa [15]. Dadas as variáveis aleatórias X e Y com valores médios μ_x e μ_y e desvios padrão σ_x e σ_y , superiores a zero, o coeficiente de correlação de Pearson ρ , pode ser calculado por meio da Equação 1.

(Equação 1)

$$\hat{\rho} = R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Os valores de correlação de Pearson estão no intervalo $-1 \leq R \leq 1$. Quanto mais próximos de 1, ou de -1, mais forte será a correlação entre as variáveis. Neste sentido, as correlações fortes podem ser positivas ou negativas. Entretanto, um valor de R próximo de 0 sugere que não há uma relação linear entre as variáveis. Uma correlação positiva ocorre quando o aumento de uma variável está associado ao aumento de outra. Já uma correlação negativa acontece quando o aumento de uma variável leva à diminuição de outra. Uma correlação com $R \leq 0,5$ é considerada fraca, visto que em uma regressão de y sobre x tem-se que $R^2 = 0,25$, ou seja, apenas 25% da variação y seria explicada pelo modelo. Assim, um fator com valor compreendido no intervalo $0,5 \leq R \leq 0,8$ pode ser associado a uma correlação de força moderada e valores de $R \geq 0,8$ representa uma correlação forte. Para o presente trabalho foi adotado como referência, para

identificar a força de uma correlação, os valores de $R \geq 0,8$, tal como sugerido por Devore (2010).

4. Aplicações

Ao estudar os parâmetros e indicadores urbanos de Belo Horizonte, percebe-se que a análise destes dados, de forma visual, demandaria muito tempo e trabalho minucioso para reconhecimento de padrões, sendo também necessário o uso de computadores e *softwares* específicos para uma observação interativa. Tal tipo de estudo poderia, ainda, ser suscetível a análises que possuam determinado viés por parte do observador. Assim, o cálculo do fator de correlação entre variáveis permitiu a realização de análises comparativas entre regiões da cidade.

4.1 Organização dos Parâmetros e Indicadores

Os 62 indicadores foram agrupados por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, conforme apresenta o Quadro 03.

Quadro 03: Indicadores por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.

ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável	Número de Indicadores
M-ODS	Índice de Qualidade de Vida Urbana - IQVU	1
ODS-01	Erradicação da Pobreza	5
ODS-02	Fome Zero	2
ODS-03	Saúde e Bem Estar	13
ODS-04	Educação de Qualidade	5
ODS-05	Igualdade de Gênero	3
ODS-06	Água Potável e Saneamento	5
ODS-07	Energia Limpa e Acessível	2
ODS-08	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	1
ODS-09	Indústria, Inovação e Infraestrutura	1
ODS-10	Redução das Desigualdades	1
ODS-11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	17
ODS-12	Consumo e Produção Responsáveis	1
ODS-14	Vida na Água	1
ODS-15	Vida Terrestre	2
ODS-16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes	2
ODS-17	Parcerias e Meios de Implementação	0

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados de PMBH, 2021.

Os parâmetros e indicadores foram lançados em uma planilha para cálculo dos índices de correlação entre cada uma das variáveis. Para análise de correlação, os parâmetros e indicadores foram organizados e regionalizados, conforme pode ser visto no exemplo apresentado na Tabela 04.

Tabela 04: Exemplo de organização dos indicadores e parâmetros para cálculo do fator de correlação.

Regional	Indicador População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	Parâmetro Altura média das edificações (m)
BH	21,86	5,27
Barreiro	5,44	3,40

Centro Sul	82,57	9,57
Leste	5,17	5,38
Nordeste	12,21	5,20
Noroeste	3,52	5,08
Norte	3,33	4,68
Oeste	37,72	5,86
Pampulha	33,14	5,26
Venda Nova	5,16	4,75

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Resultados

O cálculo da correlação entre os 62 indicadores e os 194 parâmetros urbanos foi feito de forma a verificar 12.028 coeficientes de correlação. Assim, foi possível identificar quantas correlações fortes ocorreram entre indicadores e parâmetros. Após esta análise, os indicadores que obtiveram o maior número de correlações (positivas e negativas) fortes foram ordenados, conforme apresentado no Quadro 04.

Quadro 04: Indicadores com alto número de correlações fortes com parâmetros.

Item	Indicador	Correlações fortes (P>0,8) com parâmetros	Tipo
1	Número de mulheres em situação de rua	160	pos.
2	População em situação de rua	154	pos.
3	Área construída (cadastrada no IPTU) por habitante (m ² /hab.)	4	pos./neg.
4	População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	4	pos./neg.
5	Índice de qualidade de vida urbana	3	pos./neg.
6	Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (%)	3	pos.
7	Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (%)	3	pos./neg.
8	Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade	3	pos./neg.
9	Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (a 10 minutos de caminhada) a equipamentos culturais (%)	3	pos./neg.
10	Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (%)	2	pos./neg.

Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: pos. = positivo e neg. = negativo.

Após analisar cada um dos indicadores com correlações fortes foi possível descartar, no contexto da pesquisa, os itens 1 e 2 do Quadro 04, visto que apresentaram correlações fortes com a maior parte dos parâmetros pesquisados (82% dos listados), indicando, possivelmente, correlações espúrias.

6. Análise dos Resultados

Por meio da organização dos parâmetros analisados foi viável correlacioná-los a indicadores e identificar aqueles mais relevantes que podem ser priorizados. Assim, foi possível identificar os parâmetros urbanos que possuem maior correlação com o grupo de indicadores estudado, sendo estes relacionados principalmente a: (i) Verticalização / porte das edificações (altura, área e fração ideal); (ii) Atendimento por infraestrutura urbana e serviços públicos; (iii) Número de economias por imóvel; (iv) Idade de urbanização das regiões da cidade; (v) Renda domiciliar e; (vi) Presença de riscos hidrogeológicos.

A pesquisa permitiu identificar parâmetros urbanos que exercem influência relevante nos indicadores analisados. Para tanto, a elaboração de um modelo digital, alimentado por meio de camadas georreferenciadas de bases de dados abertos, com o uso de *software* do tipo *WebGIS*, foi fundamental, pois viabilizou análises comparativas por regiões da cidade. Tal tratamento e organização dos dados permitiu o uso de um número elevado de variáveis, proporcionando agilidade nas análises. Adicionalmente, evidenciou-se a grande importância e utilidade dos dados abertos.

Destaca-se que o método utilizado para correlacionar parâmetros e indicadores, pode ser adaptado para uso em outras pesquisas. Assim, o trabalho também apresenta como contribuição a metodologia utilizada para tratamento de dados e correlação entre indicadores e parâmetros. Problemas crônicos das grandes cidades como, por exemplo, aqueles relacionados a intensidade do tráfego de veículos, não apresentaram correlação forte com nenhum dos indicadores regionalizados disponíveis, possivelmente em função do recorte de dados utilizado.

7. Considerações finais

Em síntese, o presente trabalho tem como uma das suas principais contribuições a metodologia e os procedimentos adotados para tratar e consolidar os dados provenientes de bases abertas e que são pouco exploradas pela administração pública, bem como pouco consultadas pela população. As diversas atividades e processos desenvolvidos no ambiente urbano geram grande quantidade de dados. Entretanto, é indispensável que, além de disponibilizados ao público, os dados sejam inteligíveis, interoperáveis e de fácil consulta, para que possam ser transformados em informações úteis. Desta forma, será possível promover uma maior participação da sociedade nas decisões da administração pública municipal, com foco na eficiência dos serviços e infraestrutura urbana, contribuindo com o desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

Referências

- [1] T. Yigitcanlar and M. Kamruzzaman, “Does smart city policy lead to sustainability of cities?,” *Land use policy*, vol. 73, no. November 2017, pp. 49–58, 2018, doi: 10.1016/j.landusepol.2018.01.034.
- [2] K. Kankaala, M. Vehiläinen, P. Matilainen, and P. Välimäki, “Smart city actions to support sustainable city development,” *Techne*, vol. SpecialSer, no. 01, pp. 108–114, 2018, doi: 10.13128/Techne-23569.
- [3] R. L. Stadler, “Icts As a Tool To Increase the Attractiveness of Public Spaces / Ikt Kaip Viešųjų Erdvių Patrauklumo Didinimo Priemonė,” *Mokslas - Lietuvos ateitis*, vol. 5, no. 3, pp. 216–228, 2013, doi: 10.3846/mla.2013.39.
- [4] M. J. Mousavi, T. McGrail, and S. Varadan, “Monitoring and diagnostics,” *Smart Grids: Advanced Technologies and Solutions, Second Edition*, vol. 16, no. 1, pp. 385–395, 2017, doi: 10.1201/9781351228480.
- [5] M. Hämäläinen, “A Framework for a Smart City Design: Digital Transformation in the Helsinki Smart City,” *Contributions to Management Science*, no. September 2019, pp. 63–86, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-23604-5_5.
- [6] A. Vanolo, “Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy,” *Urban Studies*, vol. 51, no. 5, pp. 883–898, 2014, doi: 10.1177/0042098013494427.
- [7] S. A. Adachi *et al.*, “Moderation of summertime heat island phenomena via modification of the Urban form in the Tokyo metropolitan area,” *J Appl Meteorol Climatol*, vol. 53, no. 8, pp. 1886–1900, 2014, doi: 10.1175/JAMC-D-13-0194.1.
- [8] C. C. M. Kyba *et al.*, “Direct measurement of the contribution of street lighting to satellite observations of nighttime light emissions from urban areas,” *Lighting Research and Technology*, vol. 53, no. 3, pp. 189–211, 2021, DOI:10.1177/1477153520958463.
- [9] V. Poslonec-Petri, V. Vukovi, and S. Frangeš, “VOLUNTARY NOISE MAPPING for SMART CITY,” *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 4, no. 4W1, pp. 131–137, 2016, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-131-2016.
- [10] H. Takiya *et al.*, “Application of Open Government Data to Sustainable City Indicators: A Megacity Case Study,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 14, Jul. 2022, doi: 10.3390/su14148802.
- [11] I. C. Azevedo Jr., “Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis - estudo de caso em Belo Horizonte,” *Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022*. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available:

<https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=4579532&key=64b0be29661390296fc46a00f51818fc>

- [12] PMBH, “Planejamento e Orçamento - Indicadores ODS.” Accessed: Jun. 25, 2021. [Online]. Available: <https://prefeitura.pbh.gov.br/planejamento/planejamento-e-orcamento/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/indicadores-ods>

- [13] PMBH and O. do Milênio, “Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte 2020,” Belo Horizonte, 2020. [Online]. Available: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/relat_ods_bh_2020.pdf

- [14] BHGEO, “BHGEO.” Accessed: Dec. 14, 2022. [Online]. Available: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhgeo>

- [15] J. L. Devore, *Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências*. Cengage Learning Edições Ltda, 2010.

VIABILIDADE AMBIENTAL PARA OCUPAÇÃO DE ÁREA POR COMUNIDADE INDÍGENA

Environmental Feasibility for Indigenous Community Occupation of an Area

Susana Claudete Costa, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina,
susanacosta1@gmail.com

Lara Marina Vidal, Graduanda, Universidade Federal de Santa Catarina,
laraavidal2@gmail.com

Eunice Fidelis, Graduada, Universidade do Sul de Santa Catarina,
nice.start@hotmail.com

Rachel Faverzani Magnago, Dra., Universidade Federal de Santa Catarina,
rachelfaverzanimagnago@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Dra., Universidade Federal de Santa Catarina.
lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

Este artigo concentra-se na avaliação da viabilidade ambiental de ocupação da área denominada pela comunidade tradicional indígena La-klãno como Serra Verde, situada em Santa Catarina, Brasil. O estudo visa analisar a ocupação de área, considerando mapeamentos nacionais e estaduais, as legislações Ambientais e legislação específica para territórios indígenas. Além de identificar, classificar e avaliar, a partir da “Matriz de Suporte à Análise Ambiental”, os impactos ambientais. Este estudo contribuiu para a gestão ambiental de área situada em territórios indígenas, fornecendo uma abordagem integrada e prática para o manejo responsável do meio ambiente.

Palavras-chave: Socioambiental; Comunidades Tradicionais; Matriz de Análise Ambiental

Abstract

This article focuses on assessing the environmental feasibility of occupying the area known by the traditional indigenous community La-klãno as Serra Verde, located in Santa Catarina, Brazil. The study aims to analyze the occupation of the area, considering national and state mappings, environmental legislation, and specific legislation for indigenous territories. Additionally, it aims to identify, classify, and evaluate environmental impacts using the "Environmental Analysis Support Matrix." This study contributes to environmental management in areas located within indigenous territories by providing an integrated and practical approach for responsible environmental stewardship.

Keywords: Socioenvironmental; Traditional Communities; Environmental Analysis Matrix

1. Introdução

A preservação ambiental é uma peça-chave para garantir a sustentabilidade em todo mundo, uma vez que a conservação da biodiversidade continua a ser uma tarefa desafiadora para as sociedades [1]. Nas comunidades indígenas, considerando que suas vidas e culturas estão profundamente interligadas com os ecossistemas ao redor, as adversidades enfrentadas nessas áreas ao longo do tempo, incluindo o impacto da infraestrutura de uma barragem de contenção de cheias, destacam a necessidade urgente de uma abordagem cuidadosa e holística na ocupação de territórios historicamente significativos. Como é o caso da Terra Indígena Ibirama-Laklano, localizada no estado de Santa Catarina.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, Artigo 23 [2], as terras indígenas são bens da união que, enquanto áreas especialmente protegidas, necessitam de resguardo diferenciado, visando assegurar o direito à diferença sociocultural e o usufruto exclusivo dos povos indígenas sobre os recursos naturais necessários para sua reprodução física e cultural.

A Terra Indígena Ibirama Lã-Klano foi criada, por meio de decreto federal, em 1926, no município de Ibirama (hoje José Boiteux) em uma área constituída por 20000 hectares. Um dos objetivos desta área era demarcar e legalizar um local seguro para os índios Xokleng, Kaingang e Guarani, cujo processo de pacificação havia iniciado em 1914 [3]. Em 2019, a defesa Civil realizou o Levantamento Cadastral das aldeias da comunidade indígena, contabilizando aproximadamente 600 famílias e 3000 indígenas.

De acordo com o Relatório do Levantamento Cadastral [4] “o maciço da barragem foi erguido, a partir de 1972, logo a jusante da confluência do rio Dollmann com o rio Itajaí do Norte e próximo dos limites da Terra Indígena Xokleng/La-klãnõ [5].

A construção da Barragem Norte iniciou em 1976 e finalizou em 1992, fazendo parte de um conjunto de 3 barragens para contenção das cheias no Alto Vale do Itajaí, é uma estrutura imponente de enrocamento com núcleo de argila, alterou significativamente a paisagem e a dinâmica ambiental da região. Com uma altura máxima de 60 metros e capacidade para armazenar mais de 357 milhões de metros cúbicos de água, sua construção afetou diretamente as terras de várzea antes habitadas pelos povos indígenas mencionados [4]. No período de enchentes, o alagamento a montante da barragem atinge aldeias da comunidade indígena deixando algumas aldeias isoladas.

A ocorrência de desastres naturais representa uma ameaça constante para comunidades tradicionais, expondo-as a riscos significativos de perda de vidas, danos materiais e interrupção de suas atividades cotidianas [6, 7]. Essas comunidades, já inseridas em uma condição de vulnerabilidade, são assentadas geralmente de forma precária e, enfrentam desafios devido a sua dependência de recursos naturais e práticas de subsistência, que podem ser comprometidas ou destruídas por eventos extremos como enchentes, inundações e deslizamentos de terra [8, 9]. Em decorrência das precipitações pluviais intensas do ano de 2023, a barragem Norte, pela primeira vez, apresentou extravasamento, desencadeando perturbações significativas tanto nas estruturas habitacionais quanto nos acessos viários circundantes à comunidade.

Uma das possibilidades que a comunidade vem considerando, é o deslocamento de algumas aldeias para região da Serra Verde, em um ponto mais elevado, longe das cheias. Entretanto, a área considerada é de grande relevância ambiental e existe a necessidade ainda

de considerar a viabilidade econômica e o contexto geológico da eventual ocupação. A Figura 1 aponta a localização da Serra Verde no contexto na Terra Indígena Lã-Klano.

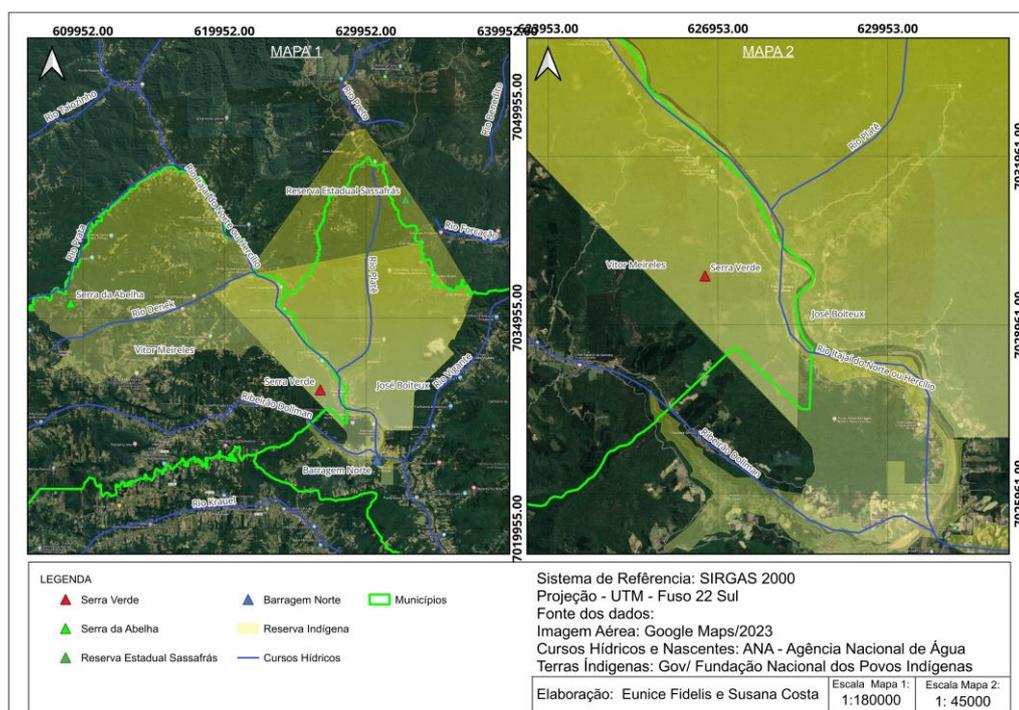


Figura 1: Mapeamento de Localização de Terras Indígena, Unidades de Conservação, Serra Verde e Localização da Barragem Norte. Fonte: Adaptado de mapas disponibilizados pela FUNAI, 2024 [10].

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a possível ocupação de área Serra Verde, considerando mapeamentos disponibilizados pelos órgãos nacionais e estaduais, as legislações Ambientais e legislações específicas para territórios indígenas, além de aplicar “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” adaptada da proposta de Ribeiro et al. (1999) [11], voltada à identificação, classificação e avaliação das condições e viabilidade de uso e ocupação da terra.

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia aplicada foi a análise da legislação ambiental, coleta de dados in loco para uma compreensão mais aprofundada da área destinada à comunidade indígena, análise de dados pelo Sistema SIG – Sistema de Informações Geográficas (mapeamento de elementos-chave, como áreas de interesse ambiental, recursos hídricos e possíveis impactos). Além disso, foi realizada a “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” fornecida por Ribeiro et al. (1999) [11], que ressalta os riscos hidrogeológicos, biológicos, antrópicos, bem como os problemas socioambientais. Para avaliar esses riscos utilizam-se, também, critérios de potencial de risco (direta, indireta, não relacionada) e variáveis de classes de impacto (alta, média e baixa). Considera as características de cada localidade, permitindo analisar a relação entre potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica. Foram utilizados mapas e visita ao local de estudo para realizar as avaliações.

A avaliação na matriz foi realizada considerando a seguinte escala:

- i) C I – Classe de Impacto: A – Alta; M – Média; C – Baixa;
 - ii) CPR- Critério do Potencial de Risco: D – Direto; I – Indireto; N – Não Relacionado
- F.

A avaliação foi realizada mediante a contabilização de ocorrência de Impacto (CI) Alto e Médio e incidência de risco direto (CPR-D).

3. Referencial teórico

3.1 Viabilidade Ambiental e Legislações aplicáveis

Conforme Montañó & Souza (2008) [14] a viabilidade ambiental de empreendimentos perigosos está associada ao ato do licenciamento e ao risco ambiental associado a atividades que podem potencialmente causar danos à saúde ou ao meio. Normalmente se constitui por 3 etapas: LAP (Licença Ambiental Prévia, LAI (Licença Ambiental de Implantação) e LAO (Licença Ambiental para Operação).

No caso de reservas indígenas, conforme disposto no Artigo 231 da Constituição Federal de 1988 [2], as terras indígenas são patrimônio da União, designadas como áreas especialmente protegidas, demandando salvaguardas específicas para garantir o direito à diversidade sociocultural e ao usufruto exclusivo dos povos indígenas sobre os recursos naturais essenciais para sua reprodução física e cultural.

A Lei nº 6.001/1973 [15], conhecida como Estatuto do Índio, aborda diversas questões relacionadas aos direitos dos povos indígenas, incluindo o uso da terra. A Lei reconhece a posse permanente dos índios sobre suas terras, proíbe a transferência dessas terras a terceiros e determina a necessidade de demarcação das mesmas. Além disso, a legislação visa a preservação da identidade cultural e social dos povos indígenas, garantindo a autonomia de suas comunidades.

Em contrapartida, o Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/2012 [16], estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, a manutenção de áreas de preservação permanente (APP) e a reserva legal. Embora o Código Florestal tenha como foco principal propriedades rurais, suas disposições podem afetar indiretamente as Terras Indígenas (TIs) estabelece regras específicas para áreas de preservação permanente, como margens de rios e topos de morros. Em Terras Indígenas, a aplicação dessas regras pode exigir adaptações para respeitar as práticas tradicionais e as características específicas dessas áreas.

3.2 A avaliação da viabilidade ambiental

Neves (2014) [1] realizou a análise da viabilidade de ocupação em Londrina, Paraná. Da mesma forma, utilizou o método de Ribeiro et al. (1999) [11] na construção de uma série de conceitos importantes para a avaliação dos impactos recorrentes do uso e ocupação da terra, conforme elencados no Quadro 1.

Quadro 1: Riscos Hidrogeológicos, Biológicos e Antrópicos.

Classes de Riscos	Descrição
Riscos hidrogeológicos	Refere-se às ameaças relacionadas aos processos geológicos, pedológicos e/ou hidrológicos, representam o “meio físico” de suporte à urbanização. São associados a fatores como topografia, geologia, uso do solo, cobertura vegetal e atividades humanas e exploração inadequada de recursos naturais [6]. Entre os riscos mais citados estão os escorregamentos, enchentes, inundações, erosões, assoreamentos, certificações, colapsos e subsidências, processos pedogenéticos e contaminação por poluição [1].
Riscos biológicos	De acordo com Silva et al. (2019) [12], podem surgir com o contato direto com animais infectados, ingestão de alimentos contaminados, exposição a águas contaminadas e manipulação inadequada de resíduos biológicos. Alterações na biodiversidade ecológica, por exemplo, podem ser responsáveis por pragas ou pela presença de insetos e animais indesejáveis, os quais se encontram fora de seu habitat natural.
Riscos antrópicos	A crescente pressão sobre os recursos naturais e a falta de planejamento e regulamentação adequados contribuem para o aumento dos riscos antrópicos em muitas regiões do mundo. Além disso, a vulnerabilidade de determinadas comunidades e ecossistemas a esses riscos pode ser agravada por questões socioeconômicas e desigualdades [13].

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 1999. [11]

Os problemas socioambientais referem-se às interações complexas entre aspectos sociais e ambientais que resultam em impactos adversos sobre as comunidades humanas e os ecossistemas. Esses problemas são frequentemente causados por atividades humanas, como a exploração descontrolada de recursos naturais, a poluição, a degradação de ecossistemas, a desigualdade social e a falta de acesso a serviços básicos, como água potável e saneamento. Conforme destacado por Santos e Silva (2019) [8], no contexto indígena, ganham contornos específicos questões como desmatamento, perda de biodiversidade, conflitos territoriais e violações de direitos humanos quando consideramos a ocupação de terras por comunidades indígenas.

Neves [1] propõe que para a criação da matriz devem ser utilizadas uma série de variáveis importantes para a avaliação dos impactos recorrentes do uso e ocupação da terra, conforme elencados no Quadro 2, segundo cada risco supracitado e a problemática socioambiental.

Quadro 2: Matriz de Suporte à Análise Ambiental

Riscos Hidrogeológicos	Riscos Antrópicos	Problemas socioambientais	Riscos Biológicos
Erosão Hídrica	Demanda de infraestrutura	Suscetibilidade de risco à vida	Degradação da Paisagem Natural
Escorregamento	Demanda de serviços urbanos	Suscetibilidade à disseminação de epidemias	Alterações na biodiversidade
Processos Pedogenéticos	Concentração populacional	Violência urbana	Proliferação de Vetores
Poluição Ambiental/Solo e Água	Deslocamentos diários	Desconforto ambiental (térmico acústico atmosférico)	-
Assoreamento	Segregação social	Deseconomias urbanas (oneração do orçamento público)	-
Escoamento Superficial	Especulação imobiliária	Custo ambiental (degradação recuperação)	-

Inundação – Cheias	Saúde pública	-	-
Poluição Hídrica	-	-	-

Fonte: Adaptado de Neves, 2014 [1].

4. Aplicações e Resultados

4.1 Identificação das Áreas de Preservação Permanente na Área em Estudo

Em visita a comunidade indígena, mediante a ocorrência de cheia que deixou a comunidade isolada e a interdição de duas das aldeias, constatou-se o interesse de ocupação da região da Serra Verde, que faz parte da área da Reserva Índigena, e para se faz a essa análise de viabilidade ambiental para eventual transferências das aldeias.

Foram conduzidos levantamentos técnicos pela Defesa Civil visando identificar a possível área destinada à ocupação futura na Serra Verde, com capacidade estimada para abrigar aproximadamente 129 famílias. Todavia, é importante ressaltar que esta região apresenta significativas áreas de Preservação Permanente (APP) devido à presença de nascentes, demandando, portanto, a realização de um estudo ambiental abrangente para sua ocupação. Nesse contexto, é pertinente destacar que a gestão ambiental e territorial em terras indígenas envolve uma interlocução entre órgãos reguladores, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em colaboração com a Fundação Nacional do Índio (FUNAI).

Na figura 2, foram identificadas de forma precisa 18 nascentes e o curso hídrico presentes na área designada como possível área de ocupação.

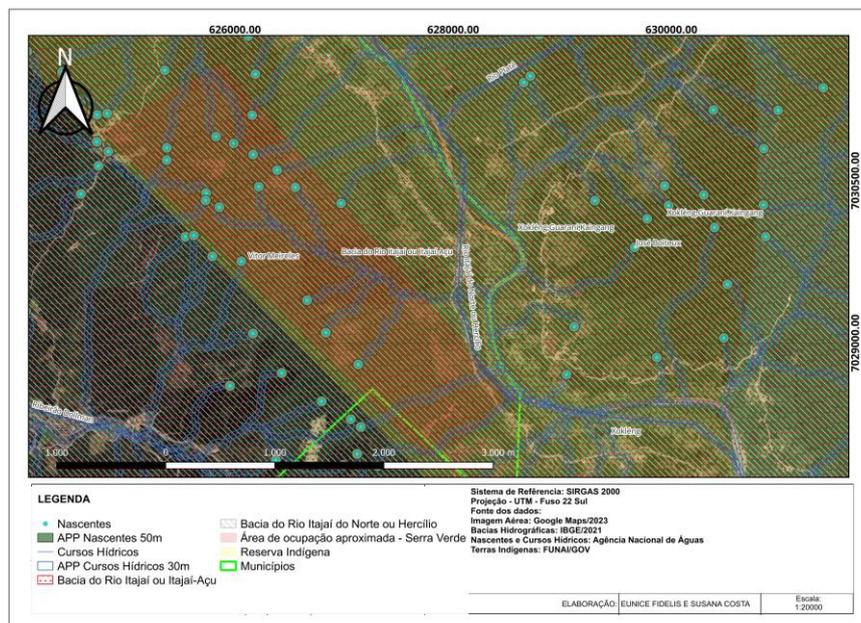


Figura 2: Localização de nascentes e curso hídrico. Fonte: Dos Autores, 2024

Os resultados indicam a necessidade de uma abordagem cuidadosa em relação à legislação ambiental brasileira, em particular ao Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) [16].

4.2 Identificação das Áreas de Preservação Permanente na Área em Estudo

A partir das classes de riscos dispostas no Quadro 1, dos problemas socioambientais e das variáveis no Quadro 2, elaborou-se a avaliação por meio da “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” (ver Quadro 3). A matriz permitiu avaliar a correlação entre as implicações sociais, econômicas e manutenção da biodiversidade diante do uso e ocupação da terra na área de estudo.

Para a avaliação da intensidade dos impactos ambientais nos pontos amostrados, utilizou-se cálculo de porcentagem na análise das “classes de impacto” e nos “critérios de potencial de risco”. Esse cálculo foi realizado segundo a contagem do número de vezes que determinada classe de impacto apareceu nos quatro quadros avaliados, referentes aos riscos hidrogeológicos (8 elementos), antrópicos (6 elementos), biológicos (3 elementos), destacando um total de 18 variáveis analisadas, mais Problemas Socioambiental (6 elementos), totalizando o potencial de risco (23 elementos analisados) conforme Quadro 3.

Explana-se que a área estudada em José Boiteaux, apresenta 2 variáveis de alto impacto, 6 variáveis com média classe de impacto e 9 variáveis com baixa classe de impacto, representando 11,74%, 35,30 % e 52,94%. Já sobre o Potencial de risco Direto ao ser humano, obteve-se 13 variáveis, representando 56,52% (ver quadro 3).

Quadro 3: Dados da Matriz de Suporte à Análise Ambiental – Serra Verde.

	Riscos Hidrogeológicos	CI + CPR	Riscos Antrópicos	CI+ CPR	Problemas socioambientais	CPR	Riscos Biológicos	CI+ CPR
1	Erosão Hídrica	MD	Demanda de infraestrutura	MI	Suscetibilidade de risco à vida	N	Degradação da Paisagem Natural	AD
2	Escorregamento	MD	Demanda de serviços urbanos	CI	Suscetibilidade à disseminação de epidemias	I	Alterações na biodiversidade	MD
3	Processos Pedogenéticos	MD	Concentração populacional	CD	Violência urbana	I	Proliferação de Vetores	CI
4	Poluição Ambiental/Solo e Água	CD	Deslocamentos diários	MD	Desconforto ambiental (térmico acústico atmosférico)	N	-	-
5	Assoreamento	CD	Segregação social	CD	Deseconomias urbanas (oneração do orçamento público)	N	-	-
6	Escoamento Superficial	AD	Especulação imobiliária	CN	Custo ambiental (degradação recuperação)	D	-	-
7	Inundação – Cheias	CN	-	-	-	-	-	-

8	Poluição Hídrica	CD	-	-	-	-	-	-
Legenda:								
C I – Classe de Impacto: A – Alta; M – Média; C – Baixa;								
CPR- Critério do Potencial de Risco: D – Direto; I –Indireto; N – Não Relacionado								

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 1999. [12]

Observa-se que o impacto de classe alta e média representa aproximadamente 47% da amostra e o potencial risco direto é de 56,52%. Isso ocorre porque uma grande parte das áreas de preservação permanente de curso hídrico, quando ocupadas, pode sofrer processos erosivos nas margens do curso d'água. A erosão é um fenômeno natural exacerbado pela retirada do talvegue e da vegetação ripária. A vegetação nativa desempenha um papel crucial na estabilização das margens dos rios, reduzindo a velocidade do escoamento superficial e promovendo a infiltração de água no solo. Sem essa vegetação, a água da chuva esco rapidamente pela superfície (escoamento superficial), carregando consigo partículas de solo, o que leva ao aumento da erosão e ao assoreamento dos cursos d'água.

A predominância do escoamento superficial sobre a infiltração altera o balanço hídrico da região, contribuindo para a fase resistásica da área. Isso significa que o solo perde sua resistência estrutural, tornando-se mais suscetível a deslizamentos e outros processos erosivos. A legislação brasileira, através do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), estabelece que a faixa marginal próxima aos cursos d'água não pode ser inferior a 30 metros e, tratando-se de nascentes, o limite é de 50 metros de largura. Essa proteção visa garantir a integridade ecológica e a funcionalidade hidrológica das APPs, prevenindo desastres naturais e preservando a biodiversidade local [16].

A ocupação desordenada dessas áreas pode levar a outros impactos ambientais significativos, como a poluição hídrica e a perda de habitat para diversas espécies. Estudos mostram que a remoção da cobertura vegetal em áreas ripárias não só aumenta a erosão, mas também a temperatura da água dos rios, afetando negativamente a fauna aquática. Programas de restauração ecológica, que incluem o replantio de vegetação nativa, têm se mostrado eficazes na mitigação desses impactos, recuperando a funcionalidade dos ecossistemas.

Os resultados evidenciam a relevância das legislações aplicáveis e necessidade do mapeamento das áreas de preservação permanente de curso hídrico, identificação, classificação e avaliação dos impactos ambientais mesmo que nas áreas de reserva e importância da aplicação da “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” para ocupação da área Serra Verde.

Os resultados indicam a necessidade de uma abordagem cuidadosa em relação à legislação ambiental brasileira, em particular ao Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) [16].

5. Conclusão ou Considerações Finais

A avaliação da área aplicando o contexto histórico, a legislação Ambiental e junto com a “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” permitiu a realização de uma pré-avaliação qualitativa e quantitativa dos impactos socioambientais da área analisada o que poderá refletir diretamente na qualidade de vida da comunidade futura.

A opção de ocupação da área da Serra Verde deve ser considerada com grande cautela e só será viável se forem adotadas medidas de mitigação limitadas, como a recuperação da vegetação nativa e o cumprimento das exigências legais de proteção ambiental.

A matriz junto do contexto cultural e legislação aplicável no local se mostra versátil na pré-avaliação dos impactos socioambientais, sendo uma metodologia importante no auxílio do planejamento e na viabilidade ambiental.

Referências

- [1] NEVES, C. E.; ROSS, A. "Matriz de Suporte à Análise Ambiental Aplicada ao Uso e Ocupação da Terra em Londrina (Paraná)". Geingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá, v. 6, n. 2, p. 42-66, 2014.
- [2] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal.
- [3] BAULER, Almir. A dialética do contato: colonização, pacificação e resistências dos históricos Botocudos (Xokleng/Laklãnõ) no Vale do Itajaí/SC (1850/-1929). / Almir Bauler. – Dourados, MS : UFGD, 2015.
- [4] SANTA CATARINA. DEFESA CIVIL. **Plano de Contingência de Operação da Barragem Norte**. Santa Catarina, 2019.
- [5] TERRAS INDÍGENAS NO BRASIL. Disponível em: <<https://terrasindigenas.org.br/pt-br/noticia/191870>> . Acesso: 2023.
- [6] JONES, A. (2018). Urbanization and hydrogeological risks: A case study of the XYZ region. *Environmental Geology*, 45(2), 123-135.
- [7] NOGUEIRA, Fernando Rocha. Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. 2002. ix, 260 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2002.
- [8] SANTOS, L. M., & SILVA, R. S. (2019). Direitos territoriais indígenas e suas interfaces com a conservação ambiental: desafios e perspectivas. *Cadernos de Geografia*, 20(3), 78-94.
- [9] OTSUKI, Koko. Desenvolvimento (in)sustentável e desastres: as contribuições da bioética na análise do processo de vulneração socioambiental, tendo como caso de estudo os desastres ocorridos na cidade do Rio de Janeiro em abril de 2010. 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.
- [10] FUNAI. Mapa da Terra Indígena Ibirama-La Klãnõ. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3682>. Acesso em: 29 de março de 2024.
- [11] RIBEIRO, E. R.; TEIXEIRA, B. A. N.; FERNANDES, A. C. Variáveis ambientais incidentes no processo de avaliação do impacto urbano: proposta metodológica para aplicação de matrizes. **VIII Encontro Nacional da Anpur**. Porto Alegre, 1999.
- [12] SILVA, A. B., DOE, C. D., & ROCHA, E. F. (2019). Riscos biológicos associados à contaminação de águas superficiais: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Saúde Ambiental*, 22(4), 567-580.
- [13] LIMA, R. S. (2020). Pressão antrópica e riscos ambientais: desafios para a sustentabilidade. *Revista de Estudos Ambientais*, 25(1), 45-58.

[14] MONTAÑO, Marcelo; SOUZA, Marcelo Pereira de. A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimentos perigosos no Estado de São Paulo. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 13, p. 435-442, 2008.

[15] BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 dec. 1973. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6001.htm>. Acesso em: 16 mar. 2024.

[16] BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pelo apoio à pesquisa Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento à população desabrigada: Plataforma INFRASHELTER, impressão 3D e materiais locais. 8881.705009/2022-01, PEPED, AUXPE1011/2023. Agradecemos o CNPq/PIBIC/UFSC pela concessão das bolsas de iniciação científica.

USAT: sistema para gestão da sustentabilidade em Bairros a partir do Modelo ESA-B

USAT: application for managing sustainability in neighborhoods using the ESA-B model

Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda, UFSC

ernestinaengel@gmail.com

Mel Ramos da Rosa, Graduanda, UFSC

melramosdarosa30@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Dra, UFSC.

lisiane.librelotto@gmail.com

Eduarda Cardoso da Luz, Graduanda, UFSC

eduardaluz10r@gmail.com

Raissa Kelly Marques Lambert, Graduanda, UFSC

raissa.lambert@gmail.com

Resumo

As discussões sobre sustentabilidade são essenciais no planejamento de cidades e edifícios resilientes. Objetiva-se apresentar a proposta de um aplicativo/ferramenta para gestão urbana, com o monitoramento da sustentabilidade na escala do edifício e do bairro. A metodologia apresenta-se em 3 etapas: revisão sobre métodos existentes; seleção de indicadores e composição do framework; e formulação do modelo de gestão da sustentabilidade. A proposta cria subsídio ao desenvolvimento de políticas públicas, considerando a relação da estrutura do lugar com as edificações construídas. Além disso, há fácil acesso pelos moradores, permitindo análise da sustentabilidade de sua edificação e do bairro onde residem.

Palavras-chave: Estrutura Urbana; Edificação; Sustentabilidade.

Abstract

Discussions on sustainability are essential in planning resilient cities and buildings. The aim is to present a proposal for an application/tool for urban management, monitoring sustainability at the building and neighborhood scale. The methodology is presented in 3 stages: review of existing methods; selection of indicators and composition of the framework; and formulation of the sustainability management model. The proposal provides support for the development of public policies, taking into account the relationship between the structure of the place and the buildings constructed. In addition, it is easily accessible to residents, allowing them to analyze the sustainability of their building and the neighborhood in which they live.

Keywords: *Urban Structure; Building; Sustainability.*

1. Introdução

Este artigo assume como foco a avaliação da sustentabilidade como ferramenta para a governança das cidades. Dessa forma, apresenta parte dos resultados de uma pesquisa abrangente que trata do desenvolvimento de uma ferramenta para gestão da sustentabilidade em um Bairro, considerando a escala do edifício e do entorno urbano. O projeto parte do estudo de caso de um modelo de gestão para a sustentabilidade aplicado ao contexto do distrito da Lagoa da Conceição, em Florianópolis/SC (Librelotto et al., 2023) [1]. A proposição da ferramenta/aplicativo se baseia na avaliação da sustentabilidade através do Modelo ESA-Buildings, desenvolvida por Librelotto et. al. (2017) [2] a partir do Modelo ESA proposto como tese de doutorado de Librelotto (2005) [3].

Nessa pesquisa, enfatiza-se três aspectos que representam lacunas do conhecimento no tema da avaliação da sustentabilidade:

i) a existência de métodos e modelos de avaliação para as cidades e ambientes urbanos, e métodos e modelos de avaliação da sustentabilidade nas edificações. Em geral, as proposições de avaliação nessas duas escalas, da cidade e da edificação não estão integradas e não consideram os aspectos do entorno e sítio físico como uma categoria de avaliação;

ii) o fato das avaliações da sustentabilidade nas cidades focarem na realidade global dos municípios, não refletindo as particularidades da realidade dos diferentes bairros da cidade que apresentam realidades distintas; e,

iii) o entendimento de que a sustentabilidade pode ser atingida através de um kit ou um check-list estático de tecnologias e serem incorporadas nas cidades. Por conseguinte, ignora-se a escassez de recursos e a necessidade de que sejam estabelecidas prioridades, cuja ênfase se modifica ao longo do tempo e, portanto, é dinâmica.

Entende-se a sustentabilidade como um esforço para elevar a população global acima de um padrão básico de vida. As cidades sustentáveis seriam áreas urbanas cujo entorno é planejado e gerenciado para não provocar pressões ambientais além dos limites, mantendo-as nos menores patamares possíveis, proporcionando meios de subsistência e equidade a todos os habitantes (Cohen, 2017) [4]. Nesse conceito, equivocadamente, tende-se a tratar as cidades com um bloco único, onde a realidade da equidade predomina em todas as suas partes. Entretanto sabe-se que, principalmente nas cidades brasileiras, a equidade e justiça social são conceitos distantes da realidade da maioria das áreas urbanas, com a existência de áreas segregadas e sem infraestrutura adequada. Da mesma forma, grandes centros urbanos e pequenas cidades possuem condições socioeconômicas distintas, a exemplo do fenômeno de esvaziamento habitacional dos centros históricos, especulação imobiliária e ocupação irregular de áreas ambientalmente frágeis.

Nesta pesquisa, parte-se do pressuposto de que a sustentabilidade do bairro ou da cidade depende das edificações e da estrutura implementada no local e vice-versa. Desta forma, não há como dizer que o lugar é sustentável, sem que a edificação também o seja e reciprocamente, não se pode dizer que a edificação é sustentável, sem que o meio urbano tenha condições. Tendo em vista esses fatores, a pesquisa apresenta como objetivo principal a formulação de um modelo de gestão da sustentabilidade, voltado à integração entre a área urbana, o edifício e o que o cidadão espera do lugar.

2. Metodologias de avaliação da sustentabilidade existentes

De forma geral, as metodologias de avaliação da sustentabilidade das cidades não possuem conexão com a questão das edificações. Além disso, apresentam-se a partir de avaliações realizadas para o municípios, trazendo a dificuldade de obtenção de dados específicos na escala dos bairros ou comunidades urbanas. Como exemplos de metodologias de avaliação, pode-se citar o índice IDSC (Instituto Cidades Sustentáveis, 2024) [5], que avalia as cidades brasileiras com relação à Agenda 2030 da ONU; o ranking da plataforma Conecta Smart Cities (NECTA, 2023) [6], que apresenta o mapeamento das cidades inteligentes acima de 50 mil habitantes; e a certificação de Indicadores para Cidades e Comunidades Sustentáveis, das normas NBR 37120, NBR 37122 e NBR 37123 (ABNT, 2023) [7], que atribui níveis de certificação de acordo com o atendimento dos critérios das normas. Em todos esses casos, a avaliação mede o desempenho da cidade como um todo, sem considerar especificidades de cada bairro ou região administrativa. Destaca-se o método do IQVU (Índice de Qualidade de Vida Urbana) de Nahas (2001) [11], que é disponibilizado pela Prefeitura de Belo Horizonte, que calcula o índice considerando a realidade dos bairros.

Apesar das contribuições significativas ao campo disciplinar, as metodologias carecem de um olhar individualizado para cada realidade. No planejamento urbano, devem ser consideradas todas as variáveis locais, e a interação entre os fatores de análise. A depender de cada realidade, fatores poderão ter maior ou menor impacto, cabendo aos métodos de avaliação a compreensão das especificidades e suas implicações nas dinâmicas urbanas.

No caso das ferramentas de avaliação da sustentabilidade em edificações, em sua maioria, apresentam exigências e parâmetros relacionados a seus países de origem e legislação. Consequentemente, percebe-se que é difícil aplicar estes sistemas de classificação de edificações a outros países, o que induz a necessidade do desenvolvimento de sistemas de avaliação local. As ferramentas de avaliação disponíveis atualmente tratam-se de normas ou selos traduzidos de outros contextos, como exemplo a certificação LEED (USGBC, 2024) [10].

O principal aspecto a ressaltar, no que se refere às BSATs (*Buildings Sustainability Assessment Tools*) para edificações, é que o contexto do local de implementação (Bairro) é considerado, somente, como uma categoria de avaliação. Já nas USATs (*Urban Sustainability Assessment Tools*) a realidade da edificação ou conjunto de edificações é pouco considerada. Nesse sentido, a realidade urbana é apresentada como um indicador pouco dinâmico e isolado, que não influencia ou sofre influência das características da edificação. Esse aspecto precisa ser revisto, através do desenvolvimento de modelos integradores e abertos, que abordem a inter-relação entre edificações e meio urbano. Deve-se compreender a complementaridade entre esses elementos, buscando garantir relação mútua e recíproca na garantia do desenvolvimento urbano sustentável. Urge a necessidade de que os modelos de avaliação sejam dinâmicos e respeitem o contexto do Bairro na definição de tecnologias para as edificações como estabelece o Modelo ESA-B [2].

3. Procedimentos Metodológicos

Para a proposição do aplicativo USAT/ESA-B, foi necessário desenvolver a metodologia do trabalho envolvendo as seguintes etapas:

(1) *Pesquisa de revisão sobre métodos e modelos de avaliação para as cidades e ambientes urbanos e sustentabilidade nas edificações:* nessa etapa, foram realizadas

pesquisas bibliográficas e revisões sobre os modelos já existentes. Assim, buscou-se compreender as metodologias existentes e os parâmetros utilizados, para compor o framework de indicadores do modelo de gestão. As RSLs (Revisões Sistemáticas de Literatura) foram objeto de publicações [8] e [9].

(2) *Seleção de indicadores para a escala urbana e escala do edifício*: a etapa contou com a análise dos indicadores e métricas existentes. Foram selecionadas 10 categorias com 126 indicadores de avaliação de edificações e 201 indicadores para avaliação da estrutura urbana em 25 categorias, no contexto do bairro. Os choques serão monitorados a partir das pressões existentes sobre o bairro envolvendo aspectos políticos, sociais e tecnológicos. O desempenho é avaliado diretamente com os moradores.

(3) *Formulação do modelo de gestão da sustentabilidade com integração entre área urbana e as mudanças que afetam o local (choques), a estrutura do bairro e o edifício com a avaliação do desempenho pelos cidadãos*: Nessa etapa, as categorias e os indicadores da etapa anterior para a análise na escala urbana e do edifício, foram descritos em termos de conceitos, fórmula de cálculo e a descrição das variáveis. Já para o desempenho sustentável, os indicadores propostos na escala urbana e da edificação foram traduzidos em uma linguagem simples para serem avaliados por um aplicativo pelo cidadão. Assim, foi possível compor o framework de avaliação, e o detalhamento de cada indicador a ser avaliado.

Ainda para propiciar a integração entre choques, estrutura urbana, condutas na edificação e desempenho (painéis de avaliação), foram estabelecidas relações entre os indicadores, para definir o grau de influência de um indicador sobre os demais do mesmo painel e entre os indicadores de diferentes painéis. Dessa forma é possível definir a influência que uma variação de um indicador no painel da estrutura urbana pode ter nas variáveis da edificação e vice-versa. A visualização e correta avaliação dos indicadores é essencial para a avaliação integrada da sustentabilidade com o conjunto global de métricas estabelecidas, entendendo-se que todos os indicadores e categorias relacionam-se entre si, em maior ou menor medida.

4. Sistema para gestão da sustentabilidade: estudo de caso

Utilizou-se como base para a coleta de dados e estabelecimento de indicadores, o modelo ESA-B (Figura 1).

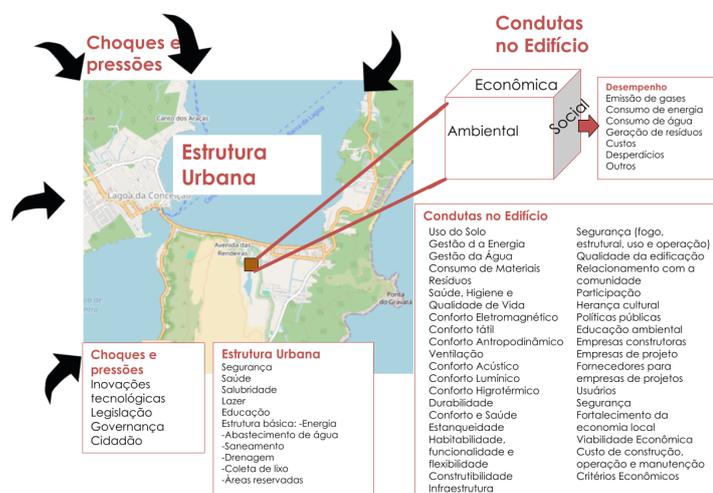


Figura 1: Modelo ESA aplicado ao contexto da Lagoa da Conceição. Fonte: elaborado pelos autores, com base em Librelotto (2005) [2] e Librelotto et. al. (2017) [1]

Para cada uma das categorias, foram analisados os dados históricos, diagnóstico da situação atual e também prognósticos, com base nos indicadores propostos de forma a detectar tendências de evolução. Cada um dos indicadores conta com objetivos, cálculos, variáveis e critérios próprios, além de uma periodicidade de avaliação. A proposta mostra a necessidade da avaliação frequente conforme uma periodicidade estabelecida por indicador, entendendo o processo de gestão da sustentabilidade como contínua.

4.1 Indicadores da Estrutura Urbana

Nos indicadores da estrutura urbana, estão presentes 25 categorias, sendo elas: atmosfera e clima; ecologia; uso da terra e infraestrutura verde; recursos, tecnologia e energia; água e desperdício de água; desastres naturais; gerenciamento de resíduos sólidos; ambiente construído; gerenciamento de materiais; bem-estar social; conforto e saúde; design, relações e layout urbano; significado estético e visual; conectividade e transporte; infraestrutura sociocultural; infraestrutura básica; segurança e seguridade; herança e cultura da comunidade local; educação; impacto econômico; estrutura econômica; governança; framework institucional; capacidade institucional; e comunidade.

Como forma de visualização dos resultados das avaliações e métricas das categorias e seus respectivos indicadores, está sendo desenvolvido o Sistema Web. A plataforma mostrará os indicadores completos, com dados alimentados e atualizados por administradores, pesquisadores, agentes públicos responsáveis pela coleta de dados dos indicadores de cada categoria. As notas de cada indicador serão baseadas em dados existentes e também cenários gerados a partir de indicadores do município, mais próximo possível da realidade analisada, visto a indisponibilidade de dados para o Bairro. A imagem (Figura 2) mostra o modelo base da página, de visualização das avaliações de indicadores de cada categoria, a partir de gráficos interativos do tipo radar.

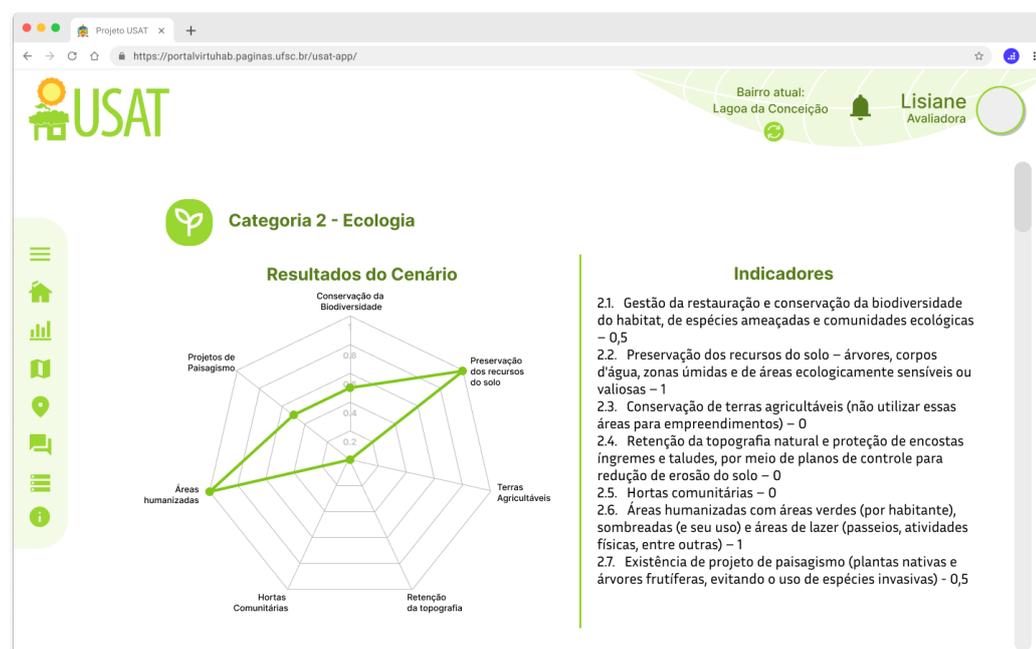


Figura 2: Modelo base para a apresentação de indicadores das categorias da estrutura urbana na Página da WEB. Fonte: elaborado pelos autores.

4.2 Condutas para avaliação da sustentabilidade no Edifício

Já os indicadores da edificação, são apresentados em 10 categorias, sendo elas: sítio (local) e desenvolvimento sustentável; água; consumo de materiais, recursos e economia circular; energia; qualidade ambiental interior; custos e inovação; social; qualidade do serviço; e, adaptação às alterações climáticas.

Diferentemente da avaliação urbana, no caso da edificação as informações periódicas deverão ser obtidas a partir da análise da edificação (do projeto ou da edificação já construída). Inicialmente, será selecionada uma edificação para realização de estudo de caso existente no Bairro da Lagoa da Conceição. Essa avaliação deve ser realizada pelos pesquisadores que alimentam o sistema.

Já a avaliação do desempenho, deve ser realizada pelos residentes, acontecerá por meio de um aplicativo, para facilitar a visualização e inserção de dados. São exemplos os dados de consumo de energia, soluções sustentáveis, resíduos, entre outros. Os dados enviados pelo aplicativo serão exibidos também no sistema web.

Na Figura 3, é possível visualizar o modelo base para as avaliações da Categoria Sítio (local) e desenvolvimento sustentável, na avaliação do edifício.



Figura 3: Modelo base para a apresentação de indicadores das categorias da edificação na Página da WEB.
Fonte: elaborado pelos autores.

4.3 Gestão da Sustentabilidade em conjunto com avaliação do cidadão

Como forma de validação do framework de avaliação da sustentabilidade, está em fase de desenvolvimento um aplicativo móvel, com interface intuitiva e didática, para visualização

e avaliação de desempenho por parte do cidadão. O aplicativo móvel USAT possui como público alvo os moradores do Bairro de estudo, além de visitantes. Dessa forma, na tela inicial será possível escolher entre os dois tipos de usuários, e também há um direcionamento para a página da WEB. Para o local selecionado, serão apresentadas as opções de fazer avaliação; acessar notícias; atualizações da região (como mudanças de legislações); e visualizar o cenário do bairro, com integração com os indicadores da Web, mostrados a partir de gráficos didáticos e intuitivos. A Figura 4 ilustra as telas iniciais do aplicativo móvel.

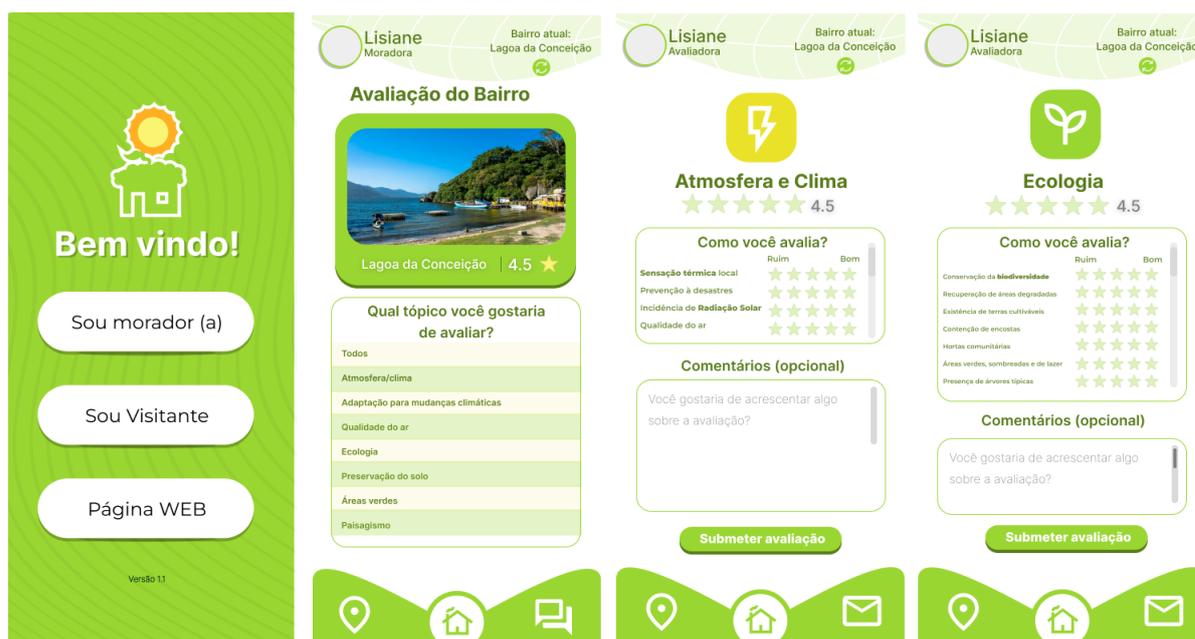


Figura 4: Exemplos de telas do aplicativo. Fonte: elaborado pelos autores.

O morador do Bairro ou visitante poderá avaliar a estrutura do bairro e/ou a edificação onde vive ou está hospedado utilizando a mesma estrutura de indicadores proposta para o urbano ou para a edificação, apenas com uma linguagem adaptada. No caso do aplicativo, os indicadores serão simplificados para avaliação, tornando a interface simples de ser operada. Para a avaliação de indicadores, serão oferecidas as categorias principais, onde serão desdobrados e inseridos os indicadores de cada categoria, para avaliação de 1 a 5 pelo usuário. Também será apresentada a nota geral da categoria, a partir das avaliações anteriores. Essa avaliação poderá ser integrada com o sistema Web, e funcionar como um feedback dos moradores sobre as principais questões do bairro. Além das avaliações, serão apresentadas as notícias do bairro, que podem ser indicadas pelos moradores a partir de formulários, apresentadas em Fórum. Nessa parte do aplicativo, poderão ser mostrados avisos importantes da região e da comunidade local, trazendo a participação dos cidadãos para gerar informações sobre seu bairro.

No caso da tela de atualizações da região, poderão conter avisos de órgãos públicos, empresas e entidades governamentais. As atualizações podem incluir alterações em legislações, desligamentos temporários de serviços básicos para manutenção, alterações de mobilidade urbana, dentre outras. Essa parte do sistema corresponde ao Painel Choques, do modelo ESA-B, que trata das inovações tecnológicas, de legislação, governança e cidadãos, que possuem impacto direto nas dinâmicas locais da estrutura urbana e dos edifícios. O

monitoramento desse painel é essencial para políticas públicas responsivas, na medida em que alerta sobre as deficiências e problemas existentes, ao mesmo tempo em que garante a rápida resposta de setores ligados ao planejamento territorial à essas demandas.

5. Considerações Finais

Entende-se a necessidade de abordar a sustentabilidade no contexto do planejamento urbano e do desenvolvimento sustentável, buscando cidades e edifícios resilientes. Dentro desses aspectos, o presente estudo propõe uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade urbana, integrando as métricas das edificações com seu contexto, além de avaliar a estrutura urbana em uma escala de bairro.

O modelo proposto pode oferecer suporte ao desenvolvimento de políticas públicas, a partir da compreensão do impacto das ações locais no contexto global da sustentabilidade de uma cidade. Além disso, destaca-se que o sistema, composto por um sistema web e aplicativo, traz acessibilidade de informações aos cidadãos, colaborando na conscientização sobre a importância da temática. As ferramentas práticas são instrumentos para o alcance de metas para a gestão a longo prazo, com avaliação contínua e avanços na sustentabilidade local.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Agradecemos também ao Programa PIBIC/CNPq, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Referências

- [1] LIBRELOTTO, L. I. *et al.* Desafios e oportunidades da avaliação da sustentabilidade no contexto da Lagoa da Conceição: o projeto USAT/ESA-B. Santana do Araguaia: **IMPACT Projets**, jul. 2023. v. 2, n. 1, p. 175–194.
- [2] LIBRELOTTO, L. I. *et al.* **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana: Modelo ESA Edificações**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/238369/ANAIS%20ENSUS%202017-163-177.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [3] LIBRELOTTO, L. I. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2005.
- [4] COHEN, M. **A systematic review of urban sustainability assessment literature**. *Sustainability*, v. 9, n. 11, p. 2048, 2017.
- [5] INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS (Brasil). **IDSC - BR Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil: a evolução das 5.570 cidades brasileiras em direção a agenda 2030 da ONU**. 2024. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

- [6] NECTA. **Ranking Connected Smart Cities**. 2023. Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- [7] ABNT. Smart Cities: Certificação de indicadores para cidades e comunidades sustentáveis. 2023. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/smartcities/>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- [8] BRAGA, K. *et al.* Revisão Sistemática De Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da Sustentabilidade no contexto urbano (Usat' S). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, p. e20011-e20011, 2023.
- [9] LIBRELOTTO, L. I.; *et al.* Ferramentas para Avaliação da Sustentabilidade nas Edificações (FASEs): uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). **Revista Jatobá**, Goiânia, v. 5, 2023. DOI: 10.5216/revjat.v5.76768.
- [10] USGBC. **LEED rating system**: the most widely used green building rating system. 2024. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- [11] NAHAS, Maria Inês Pedrosa. Metodologia de construção de índices e indicadores sociais como instrumentos balizadores da gestão municipal da qualidade de vida urbana: uma síntese da experiência de Belo Horizonte. Migração e ambiente nas aglomerações urbanas. Campinas: Núcleo de Estudos de População/Unicamp, v. 465, p. 487, 2001.

Qualitative analysis of natural ventilation: comparison between experimental tests on the water table and computational simulations in CFD

Análise qualitativa da ventilação natural: comparação entre testes experimentais na mesa d'água e simulações computacionais em CFD

Roseana Martins Ribeiro, mestre, Universidade Federal de Santa Catarina

roseanamr@gmail.com

Fernando da Silva Almeida, doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina

fernadodasilvaalmeida@hotmail.com

Luciano Suski, mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina

luciano.suski@gmail.com

Abstract

The optimization of natural ventilation in buildings contributes to the reduction of energy consumption. However, to precisely analyze the physical parameters involving natural ventilation, the use of complex software is required. Nevertheless, to address this limitation, the use of water tables is an accessible and easy-to-handle strategy that allows the visualization of the phenomenon, especially in the early stages of project. Therefore, the objective is to evaluate qualitatively whether the results generated on the water table accurately represent the natural ventilation flow in physical models. For this purpose, simplified physical experiments are compared with Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. The methodology consists of four stages: 1) Determination of the model; 2) Characterization of the water table and its input parameters for experiment development; 3) Description of the configurations adopted in computational simulations; and 4) Analysis of the results. The results were satisfactory, and the qualitative assessment of natural ventilation through the comparison of the water table and CFD simulation tools demonstrated compatibility, with significant similarities in fluid flow characteristics in both the internal and external areas of the dwelling.

Keywords: *Natural ventilation; Water table; Computational simulation; CFD; Indoor air.*

Resumo

A otimização da ventilação natural em edificações contribui para a redução do consumo de energia. No entanto, para analisar precisamente os parâmetros físicos que envolvem a ventilação natural, é necessário o uso de softwares complexos. Contudo, para enfrentar essa limitação, o uso de mesas d'água é uma estratégia acessível e fácil de manusear, permitindo a visualização do fenômeno, especialmente nas fases iniciais de projeto. Portanto, objetiva-se avaliar qualitativamente se os resultados gerados na mesa d'água representam com precisão o fluxo de ventilação natural em modelos físicos. Para isso, experimentos físicos simplificados são comparados com simulações de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD). A metodologia consiste em quatro etapas: 1) Determinação do modelo; 2) Caracterização da mesa d'água e seus parâmetros de entrada para o desenvolvimento do experimento; 3) Descrição das configurações adotadas nas simulações computacionais; e 4) Análise dos resultados. Os resultados foram satisfatórios, e a avaliação qualitativa da ventilação natural por meio da comparação das ferramentas de mesa d'água e simulação CFD demonstrou compatibilidade, com semelhanças significativas nas características do fluxo de fluido tanto nas áreas internas quanto externas da habitação.

Palavras-chave: Ventilação natural; Mesa d'água; Simulação computacional; CFD; Ar interno.

1. Introduction

The integration of sustainability into architecture is a growing concern, especially given the significant impact buildings have on global energy consumption and greenhouse gas emissions [1]. In this context, the pursuit of passive strategies, such as natural ventilation, stands out as a sustainable approach to reducing energy consumption in buildings.

When considering sustainability in architecture, it is essential to prioritize techniques that promote human thermal comfort and energy efficiency, such as natural ventilation. In addition to contributing to the reduction of internal thermal loads, natural ventilation can also be an environmentally friendly solution, reducing dependence on energy-intensive HVAC systems. For an efficient implementation of this technique, the importance of studying the internal and external airflow in buildings is highlighted and understanding this phenomenon in the early stages of project design [2], [3], [4].

However, the most appropriate and precise analysis of the physical parameters related to natural ventilation in architectural design requires the use of complex software, including that employing Computational Fluid Dynamics (CFD). These tools have high computational costs, licensing requirements, difficulty in establishing boundary conditions, and obstacles to be incorporated in the early stages of the project [5], [6].

To address these challenges, the use of water tables for visualizing the phenomenon has been suggested as an efficient alternative [7], [8], [9]. The water table serves as a qualitative analysis tool for natural ventilation, visually reproducing physical properties akin to the real phenomenon [10]. Thus, it is an analysis tool that can reliably contribute information to guide decisions in the early stages of project development [11].

However, there are still limitations to this approach, such as visualization in only two dimensions, lack of quantitative measurements, and influences caused by specific environmental factors [12]. Therefore, conducting further studies to explore alternative approaches with specific analysis parameters and comparing them with more complex and reliable methods, such as CFD, is necessary to address the limitations of water table efficiency [13].

Therefore, this paper aims to qualitatively assess whether the results generated on the water table accurately represent the natural ventilation airflow in more complex physical models. For this purpose, simplified physical experiments are compared with Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations.

2. Method

This study adopts a structured work method in the following steps: 1) Determination of the model; 2) Characterization of the water table and its input parameters for the development of experiments; 3) Description of the configurations adopted in computational simulations using CFD; and 4) Analysis of the results.

2.1 Determination of the model

The defined analysis model is a representative Social Interest Housing (HIS) of the Brazilian Federal Government's "Minha Casa Minha Vida" program [14]. The floor plan (Figure 1a) is divided into two bedrooms, a bathroom, and a living space that integrates the kitchen, living

room, and circulation to the bathroom. The same HIS model served as the basis in the research of [15], which derived the floor plan in figure 1b that was used for the experiments on the water table.

For the tests, fixed opening configuration parameters were defined as follows: the location of the external openings of the bedrooms is on the wall opposite the door (Figure 1b); the positioning of the external openings of the bedrooms is centralized on the wall (Figure 1b); external doors were considered closed; internal doors are closed but with the upper flag open (opening above the door that allows the passage of air); the other openings maintained the same configuration as the representative HIS model. Regarding the variable parameter, the wind incidence angle was adopted as the analysis factor.

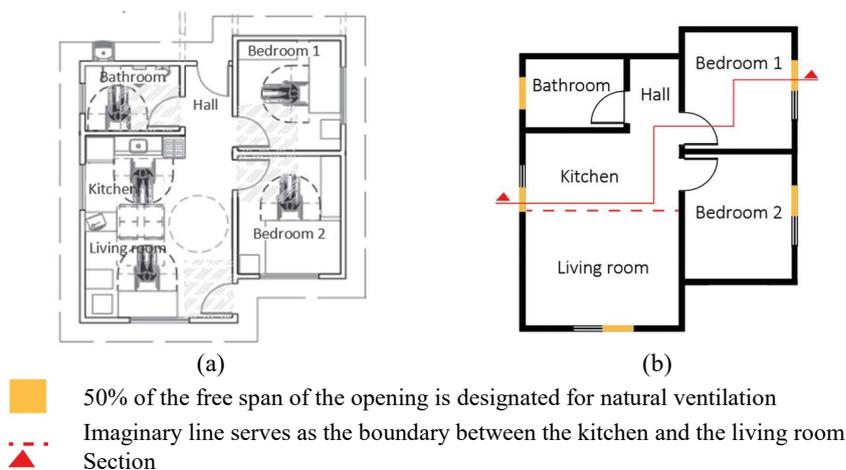


Figure 1: (a) Model of the floor plan of a representative HIS [14], and (b) Model of the floor plan [15].

Source: Adapted from [14].

For this purpose, angles of 45, 90, and 135° were adopted (Figure 2), which correspond to predominant wind orientations in Brazil, with 45° representing the Northeast, 90° the East, and 135° the Southeast, considering the North as zero degrees [15].

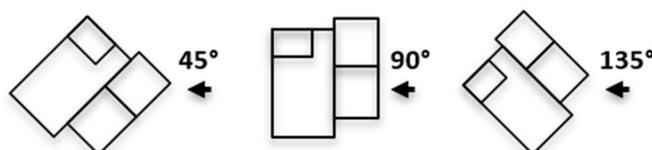


Figure 2: Indication of wind incidence angles. Source: Adapted from [15].

A permanent ventilation system was considered to visualize the fluid flow inside the environments in both the model on the water table and the CFD model. Additionally, two planes of natural ventilation visualization were used in the model: horizontal (3 tests in floor plan) and vertical (1 test in section, see Figure 1b), so that the analyses were complementary, considering the two-dimensional verification. The models for analysis were made of laser-cut 2-millimeter-thick acrylic sheets at a 1:25 scale. Further information about the model production can be found in the work of [15].

2.2 Characterization of the water table and the tests performed

The water table used in this study has a test area of 1.20 m x 0.71 m, as shown in Figure 3. The equipment consists of two vertically shaped reservoirs at the ends (upstream and downstream), connected at the top by a level horizontal plane, forming a wide channel for the flow of a fluid sheet with a constant height of 1 cm. At the bottom, a set of hydraulic connections

installed in an electrical pumping system and controlled by a frequency inverter maintains a controlled and cyclical water flow between the tanks, ensuring that the fluid flow is constant (Figure 4).

The tracer method and the direct injection technique of the indicator (detergent) were adopted, which generates contrast with the test plane and the model since they are suitable for low speed and allow a quick visualization of the airflow, as indicated by various authors [9], [10], [16]. For this purpose, the liquid contained a solution of water and detergent in the proportion of 150 milliliters of detergent dissolved in 100 liters of water.

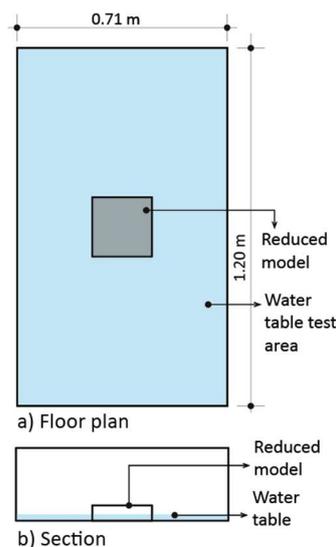


Figure 3: Dimension of the water table test área.

Source: Prepared by the authors.



Figure 4: Water table.

Source: Prepared by the authors.

After filling the water table and adding the detergent, the equipment activation instructions were followed, which consisted of establishing a frequency value of 40 Hz for approximately 5 minutes until foam formation. After the foam was formed, the frequency value was reduced to 25Hz, considering the laminar flow and steady-state direction characteristic of low-speed water flow [15].

For the experiments on the water table, the reduced physical model was analyzed in isolation, meaning that the influences of the built and natural environment were disregarded, and all tests had the same test conditions.

The model was placed in the central part of the test plan to reduce edge effects in the experiments. Photographic records and videos were taken for each experiment using a smartphone mounted on a support positioned 60 cm above the water table's test plan. More information about the experimental procedures can be found in the work of [15].

2.3 Description of the configurations used in the computer simulations

For this study, simulations were conducted using the ANSYS CFX software (2023) student version, while modeling was done in AutoCAD software (2023) and later exported to CFD in .igs format. The domain modeling was based on the dimensions of the water table test area (width = 0.71 m; height = 0.30 m; and length = 1.20 m). The evaluation models were constructed following the dimensions of the physical models and positioned in the center of the domain to avoid edge effects [12].

With that said, the input data entered into the Workbench suite of the CFX software for conducting simulations include the following steps:

(1) Geometry: Import the model generated in AutoCAD; **(2) Mesh** (computational mesh generation): (2.1) Tetrahedral structure; (2.2) Refinement of surfaces in the domain and building of 3×10^{-2} m and 1.5×10^{-2} m, respectively; **(3) Setup** (definition of boundary conditions): (3.1) Domain conditions - Input: INLET, output: OUTLET, sides and roof: WALL free slip (no friction), floor and building surfaces: WALL no slip (with friction) [17]; (3.2) regimen – permanent; (3.4) heat transfer model - Isothermal ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) [13]; (3.5) air velocity - 0.20 m/s: representative of the frequency used in the water table tests [7]; and (3.6) turbulence model - K-epsilon [18]; **(4) Solution** (processing of solutions): (4.1) Convergence level - maximum 10^{-4} [5]; and (4.2) number of iterations - Minimum 100 and maximum 1000; and **(5) Results** (visualization of results): (5.1) Visualization: 2D dimension in a plane 1 cm above the floor; and (5.2) symbol: vectors, with a dimension of 0.8 m.

2.4 Analysis of the results

The assessment of congruence between the water table experiments and CFD simulations was conducted through a qualitative analysis of the air distribution in the selected models. The qualitative comparative analyses of air distribution were performed by overlaying the results obtained from the experimental tests on the water table and the results found in the CFD simulations [12], [19]. For this purpose, the results were optimized through schematic drawings to assess the representation of air flow in the water table in line with the CFD. The drawings were generated using Adobe® Illustrator software and later exported in PNG format.

3. Results and Discussion

3.1 Qualitative analysis of air distribution

The tests conducted on the ground floor of the model derived from the representative HIS can be observed in Figure 5, where the results related to the experiments on the water table, CFD simulations, and graphical overlay schemes are shown for the three considered wind incidences (45° , 90° , and 135°).

In general, the fluid distribution observed in the water table experiments showed significant similarity to the results obtained in the computer simulations, both internally and externally. The most evident similarities in the internal fluid behavior at the three analyzed incidence angles are noted where the fluid flow manifests most expressively, that is, in the main wind flow, referring to areas where the fluid in motion finds the shortest path between the inlet and outlet openings.

This aspect can be observed more clearly in Figure 5c, where the graphical overlay of the fluid flow in the tools used is presented. The mentioned paths are marked in a solid line and have the following directions of openings: W1 to D1, W2 to D2, D2 to W4 and W3, D1 to D3, and subsequently W5.

Regarding the external congruences of the air movement, it is evident that the windward face coincides since it is the side of wind incidence. The leeward face also showed similarities both in the expressive fluid flow and in the air recirculation near the W4 outlet in the study of the 135° angle. This air recirculation is due to the encounter of the fluid volume provided by the air flow from W5, W4, and the acceleration of the fluid caused by the lower edge of the building.

Despite the results between the water table tests and CFD simulations being corresponding in most cases, some divergences were noted, particularly in areas with low air circulation or stagnant air, which can be identified by areas with a lack of foam (water table tests) and by vectors expressing lower air velocities (computer simulations). Regarding the observed external divergences, it was noted that at angles of 45° and 135°, the upper zones near the corners showed different air paths, as they experienced deviations due to the built obstacle.

Concerning the analyses of the inconsistency of the internal air distribution, for the wind incidence angle of 45° (Figure 5c), it is noticeable that in the living room and bedroom 1, there is a wind shadow in the water table tests, while in the simulations, there were undulatory movements that generated air recirculation, even at low speed (approximately 0.03 m/s). The same aspect can be observed in the 135° angle study, in bedroom 2, and also in the area between D1 and D3 for all three analyzed incidence angles.

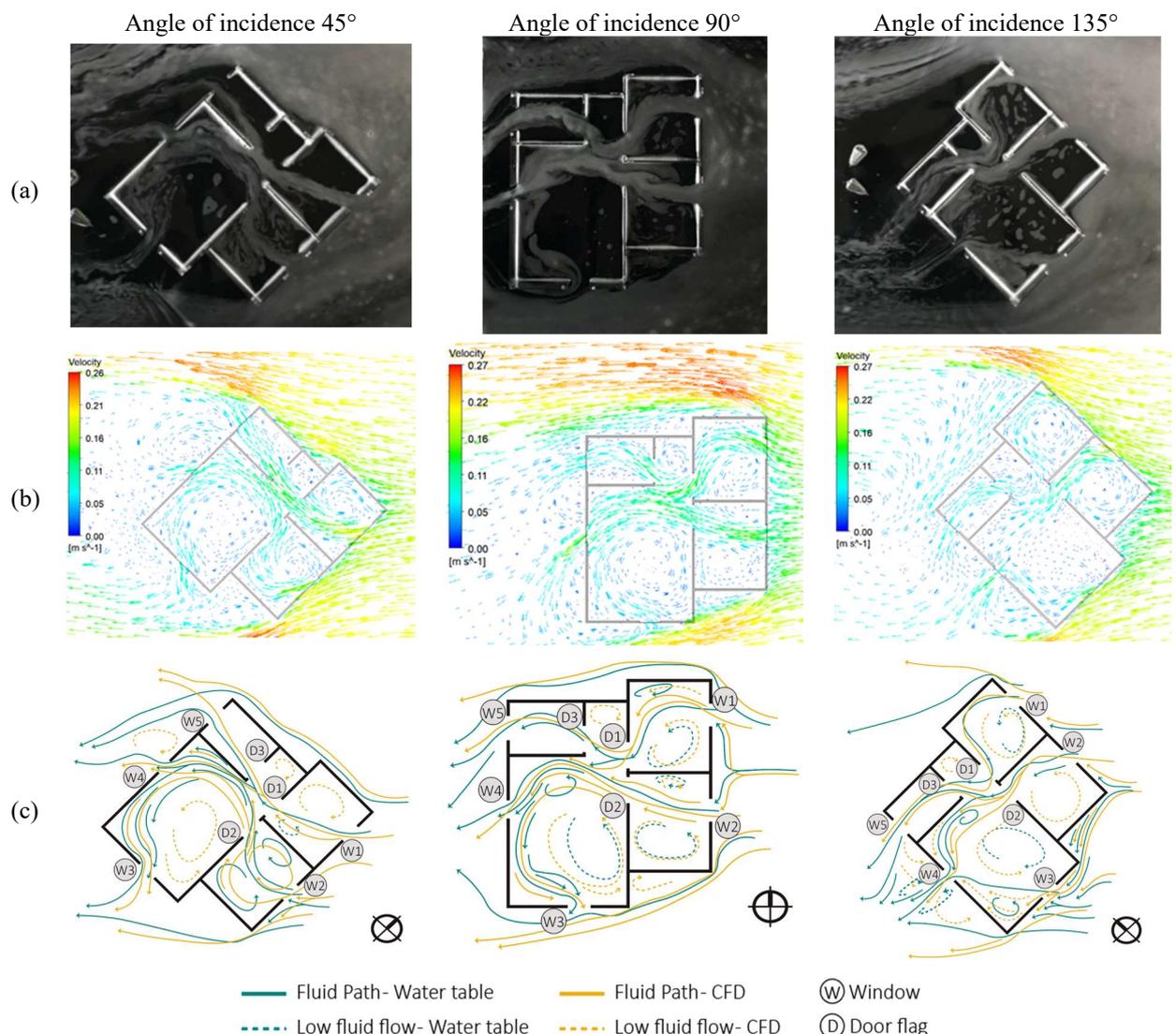


Figure 5: Fluid flow for CFD simulations (a), experiments in the water table (b), and graphical schemes of the CFD and water table overlay (c) - Floor Plan. Source: (a) [15]; (b) e (c) prepared by the authors.

Regarding the section of the studied HIS (see the cutting line in Figure 2b), it can be observed in Figure 6, where the opening configuration is characterized as follows: external openings are open (W1 and W4), the bedroom door is closed, and the upper flap of the bedroom door is open (D1).

In this case, it is noticed that the fluid flow in the internal spaces shows great similarity in the overlay of CFD simulations with the experiments conducted on the water table, which confirms the reliability of the physical equipment used. The more closely the results match those in CFD, the more representative the tested model. It is observed that the most expressive air path occurs from the height of the windowsill of W1 (located on the windward side) towards the upper part of the environment and the opposite of W1, i.e., towards the D1 opening. Then, the fluid flows into the other room, where it encounters the W4 air outlet.

The conformity between the internal fluid flow in the two tools used occurs both in the areas of more expressive air passage and in the zones of air recirculation, mostly located in the lower part of the space (Figure 6).

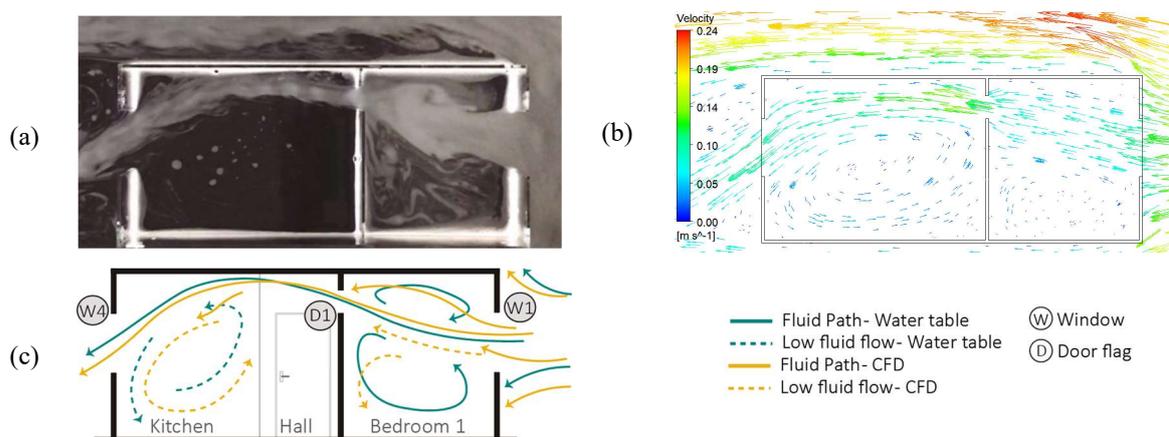


Figure 6: Fluid flow for CFD simulations (a), experiments in the water table (b), and graphical schemes of the CFD and water table overlay (c) – Section. Source: (a) [15]; (b) e (c) prepared by the authors.

Complementary to these analyses, through the section, it is possible to verify the relationship between the dimensions of the air inlet and outlet openings, which influence the quality and quantity of fluid flow in the environment. According to [20], when the air inlet opening is larger than the outlet, lower speeds and more uniform air distribution in the space are observed, which can be seen in the first section of the analysis (from the windward side – right side), where bedroom 1 has W1 with a larger dimension than D1, and it is noticeable that the fluid distribution is more homogeneous in the environment.

On the other hand, when the air inlet opening is smaller than the outlet, higher speeds and more irregular air distribution are observed, as seen in the second section of the study, where D1 is smaller than W4, and it is noticeable that the lower zone of the space lacks air.

It is important to note that the speed cannot be perceived through the images of the water table tests; however, it is evident that the air distribution in the observed environments is similar to that described by [20].

Another aspect to highlight is that the test with the bedroom door closed but with the upper flap of the door open, in addition to allowing cross ventilation and air renewal in the environment, also contributes to the privacy of the space, which becomes an encouraging factor in adopting this element in dwellings.

4. Conclusion

The qualitative evaluation of natural ventilation through the comparison of the water table and computational CFD simulation tools proved to be satisfactory, as there were significant

similarities in the fluid flow characteristics in the internal and external areas of the study object, which is a more complex model characterized by a compartmentalized layout.

The main similarity in fluid behavior revealed in both tools is related to the path of the main wind flow in the spaces, being correlated in the three analyzed angles of incidence in the horizontal plane (floor plan), as well as in the test carried out in the vertical plane (section). However, the divergence to be noted is regarding some areas of air recirculation that did not converge, despite showing low speed in the simulation, especially in the tests with a 45° angle.

The validation of the experiments conducted in the water table was produced through computational CFD simulations, which allowed highlighting the compatibility of the tools in their experimental results, considering in this case the adopted parameters: the housing model used, the configuration of openings, and the angles of incidence of the winds. Thus, reliability in the use of the water table as equipment for qualitative evaluation of natural ventilation can be attributed, with similar results found in the literature [7], [11], [13].

In addition, the tool is easy to handle compared to computational simulations that require more in-depth knowledge. However, it is emphasized that the water table has limitations regarding the evaluation of the phenomenon, as its visualization is two-dimensional; in this context, the tool should be used responsibly.

References

- [1] IEA (2021), Global Status Report for Buildings and Construction 2021. International Energy Agency, Paris, 2021. [Online], Available: <https://www.unep.org/resources/report/2021-global-status-report-buildings-and-construction>. [15 January 2023].
- [2] Frota, A. B. and Shiffer, S. R. (1999). Manual do Conforto Térmico. p.243.
- [3] Lamberts, R. et al. (2014). Eficiência Energética na Arquitetura. p.382.
- [4] Subhashini, S. and Thirumaran, K. (2019). CFD simulations for examining natural ventilation in the learning spaces of an educational building with courtyards in Madurai. Building Services Engineering Research And Technology, 4: p. 466-479.
- [5] Shirzadi, M. et al. (2018). Development of an adaptive discharge coefficient to improve the accuracy of cross-ventilation airflow calculation in building energy simulation tools. Building And Environment, 127: p. 277-290.
- [6] Sacht, H. and Lukiantchuki, M. A. (2017). Windows Size and the Performance of Natural Ventilation. Procedia Engineering, 196: p.972-979.
- [7] Xavier, A. C. de A. et al. (2020). Visualização da ventilação natural em ensaios na mesa d'água comparado a simulações computacionais. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, 11: p: e020020.
- [8] Mundhe, P. and Damle, R. M. (2020). A methodology for quantifying flow patterns in a water-table apparatus for naturally ventilated buildings. Architectural Science Review, 64: p. 98-108.
- [9] Rossi, M. M. et al. (2019). A mesa d'água como ferramenta de apoio para a caracterização de um modelo genérico a ser ensaiado em túnel de vento. Revista IPT: Tecnologia e Inovação, 3: p. 70-80.

- [10] Toledo, A. and Pereira, F. (2003). Potencial da Mesa D'água para a visualização Analógica da Ventilação Natural em Edifícios. In: Encontro latino-americano de conforto no ambiente construído, 7: p. 1383-1390.
- [11] Royan, M. and Vaidya, P. (2020) Construction, validation and testing of a water table for natural ventilation analysis. *Energy And Buildings*, 226: p. 110356-110356.
- [12] Custódio, M. I. et. al. (2021). Estudo Qualitativo da Ventilação Natural em Ambientes Internos: Uma Análise Comparativa Do Aplicativo De Smartphone Windtunnel CFD e CFD. In: Encontro latino-americano de conforto no ambiente construído, 7: p. 958-967.
- [13] Custódio, M. I. et. al. (2023). A. Avaliação da taxa de obstrução do modelo físico reduzido na área de ensaio na mesa d'água. *Ambiente Construído*, 23: p. 105-120.
- [14] Triana, M. A. et al (2015). Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. *Energy Policy*, 8: p. 524–541.
- [15] Ribeiro, R. M. (2022). Análise do desempenho da ventilação natural de acordo com as diretrizes referentes às aberturas na ABNT NBR 15.575 e em Códigos de Obras e Edificações no Brasil. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Available: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/235416>. [05 January 2023].
- [16] Toledo A. M. and Pereira F. O. R. Natural ventilation due to wind action: practice knowledge against experimental airflow visualisation. In: *International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment*, 2: p. 1009-1014.
- [17] Widiastuti R. et al. (2020). CFD Simulation on the Natural Ventilation and Building Thermal Performance. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448: p. 012004.
- [18] YI, Y. K. et al. (2023). Application of machine learning (ML) and genetic algorithm (GA) to optimize window wing wall design for natural ventilation. *Journal Of Building Engineering*, 68, p: 106218.
- [19] Almeida, F. S. et al. (2020). Análise do uso de aplicativo virtual para estudo da ventilação natural em ambientes internos. In: *Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído*, 18: p. 1-10.
- [20] Olgyay, V. *Arquitetura y Clima* (2016). p. 2003.

Análise Global e Regional do Estado de Santa Catarina de Desastres Naturais
A Global and Regional Analysis of Natural Disasters in the State of Santa Catarina

Susana Claudete Costa, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina,
susanacostacl@gmail.com

Vitória Neves Viana Silva, Graduanda, Universidade Federal de Santa Catarina,
vitorianevesviana03@gmail.com

Rachel Faverzani Magnago, Doutora, Universidade Federal de Santa Catarina.
rachelfaverzanimagnago@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, Universidade Federal de Santa Catarina.
lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

Este artigo propõe uma análise dos desastres naturais ocorridos nos últimos 5 anos em escala global, com um aprofundamento nos eventos vinculados a altos índices pluviométricos, tais como climatológico, geofísico, hidrológico e meteorológico. Utilizando dados de Inventário de desastres naturais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* e da Defesa Civil Nacional do Brasil e do Estado de Santa Catarina, o estudo busca identificar padrões, características e impactos desses eventos. Inicialmente, uma visão panorâmica dos desastres mundiais será apresentada, seguida por uma análise mais detalhada dos últimos 5 anos no Mundo, Brasil e em Santa Catarina. Os objetivos específicos incluem a identificação dos desastres mais significativos globalmente, a análise detalhada dos eventos relacionados a chuvas e a avaliação da situação específica. Os resultados esperados podem contribuir para o entendimento desses fenômenos, embasando a formulação de políticas públicas e estratégias de prevenção e mitigação.

Palavras-chave: fenômenos naturais; eventos naturais; chuvas

Abstract

This article proposes an analysis of natural disasters that have occurred over the past 5 years on a global scale, with a focus on events linked to high rainfall rates, such as climatological, geophysical, hydrological, and meteorological phenomena. Utilizing data from the Centre for Research on the Epidemiology of Disasters' Natural Disaster Inventory and from Brazil's National Civil Defense and the State of Santa Catarina, the study seeks to identify patterns, characteristics, and impacts of these events. Initially, a panoramic view of global disasters will be presented, followed by a more detailed analysis of the last 5 years worldwide, in Brazil, and in Santa Catarina. Specific objectives include identifying the most significant disasters globally, conducting a detailed analysis of rainfall-related events, and evaluating the specific situation. The expected results may contribute to the understanding of these phenomena, informing the formulation of public policies and prevention and mitigation strategies.

Keywords: natural phenomena; natural events; rainfall

1. Introdução

A agenda internacional entre países é marcada por prioridades cruciais que afetam diretamente o futuro da humanidade. Desde a histórica Conferência de Estocolmo em 1972, onde os efeitos das mudanças climáticas começaram a ser reconhecidos, até os dias atuais, questões como o combate à pobreza, a promoção da paz entre nações e os impactos das alterações climáticas têm estado no centro das discussões globais [1] [2]. O aumento da densidade demográfica nas áreas urbanas tem exacerbado a vulnerabilidade das populações, elevando a necessidade de abordagens proativas para lidar com o Risco de Desastres [3][4][5].

Desastres naturais são eventos adversos que ocorrem devido a características da natureza, resultando em danos à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), esses eventos podem ser categorizados em diferentes tipos, como geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climáticos e biológicos. Essa classificação é essencial para a compreensão e gestão adequada dos riscos associados a cada tipo de desastre, facilitando a implementação de medidas preventivas e de respostas práticas. No contexto deste estudo, a definição e classificação especificada pelo Cobrade são utilizadas como base para a análise dos desastres naturais em Santa Catarina e na escala global, permitindo uma avaliação detalhada e precisa dos impactos e características desses eventos.

Em 1999, o Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres foi estabelecido com a missão de fortalecer a resiliência das sociedades diante de perigos naturais e tecnológicos, visando mitigar perdas humanas, econômicas e sociais [6]. Este impulso global para a redução de riscos de desastres foi ainda mais consolidado com a Agenda 2030, uma iniciativa que conta com a colaboração de 169 países e que estabelece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o planeta até 2030. Dentre esses objetivos, três se destacam por abordar especificamente o tema dos desastres: o ODS 1, relacionado à erradicação da pobreza; o ODS 11, que trata de cidades e comunidades sustentáveis; e o ODS 13, voltado para a ação contra as mudanças climáticas e desastres naturais (UNDRR, 2021).

No Brasil, em consonância com a Agenda 2030 Global, o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão desenvolveu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis Nacionais em 2018, delineando as metas específicas do país. Destacam-se entre essas metas aquelas relacionadas diretamente à Redução de Risco a Desastres, contempladas nos ODS 1, 11 e 13. Essas iniciativas visam especialmente a proteção das populações vulneráveis que residem em áreas de risco, reconhecendo a relação intrínseca entre pobreza e exposição aos desastres naturais [7].

Uma abordagem eficaz para mitigar os impactos dos desastres naturais requer preparação e prevenção, assim a adoção de políticas e planos de mitigação, adaptação e resiliência, conforme estabelecido no Marco de Sendai, é fundamental [8], mas medidas reativas de modo geral são necessárias em comunidades e cidades.

Algumas das principais medidas reativas incluem resgate e assistência, avaliação de danos e necessidades, limpeza e remoção de destroços, fornecimento de ajuda humanitária, reconstrução e reabilitação, e apoio psicológico, desta forma é necessária uma equipe multidisciplinar em operação [9].

Abrigos temporários desempenham um papel fundamental na assistência às vítimas e na garantia de alojamento seguro e provisório. Esses abrigos são estabelecidos para fornecer refúgio às pessoas deslocadas de suas casas devido aos danos causados pelo desastre. Após a ocorrência do desastre, os abrigos temporários são rapidamente estabelecidos em locais seguros e acessíveis, como escolas, centros comunitários, igrejas ou instalações governamentais. A prioridade é garantir que as vítimas tenham um lugar seguro para se abrigar o mais rápido possível. A logística por trás da instalação de abrigos temporários envolve a identificação de locais seguros e acessíveis, como escolas, centros comunitários, igrejas ou instalações governamentais. A prioridade nesse contexto é assegurar que as vítimas tenham acesso imediato a um local seguro para se abrigarem. Essa abordagem proativa contribui significativamente para a mitigação do impacto psicológico e físico sobre as vítimas, bem como para a organização eficaz das operações de assistência emergencial.

No entanto, a manutenção desses abrigos preparados para uma resposta rápida requer investimentos substanciais e treinamento adequado. Estudos sugerem que a eficácia desses abrigos está diretamente relacionada à sua prontidão, que, por sua vez, é influenciada pelo nível de preparação das comunidades e regiões afetadas. Mesmo com o empenho governamental em programas de educação e obras estruturantes na área de prevenção de desastres, é crucial avaliar constantemente a eficácia dessas medidas, garantindo que estejam alinhadas com as necessidades específicas e os riscos eminentes das comunidades locais. Além disso, é vital considerar o impacto das mudanças climáticas e as projeções de aumento na frequência e intensidade de eventos extremos. A adaptação contínua das estratégias de resposta a desastres deve ser guiada por uma abordagem baseada em evidências, incorporando as melhores práticas globais para garantir a eficácia a longo prazo [10].

Por fim, a experiência de Santa Catarina, especialmente após o desastre de 2008 em Blumenau e atualmente em 2023 nas regiões do Vale do Itajaí, destaca a importância de levantar os desastres naturais e como a comunidade está sendo afetada nos anos atuais.

Este artigo tem como objetivo principal oferecer uma análise detalhada e comparativa dos desastres naturais ocorridos nos últimos cinco anos, tanto em escala global quanto regional. Utilizando dados robustos de diversas fontes, como o Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres e a Defesa Civil Nacional, o estudo busca identificar padrões, características e impactos desses eventos, com ênfase particular em desastres relacionados a altos índices pluviométricos.

2. Procedimentos Metodológicos

Os dados foram coletados do Inventário de desastres naturais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, período de 2018 a 2022; dados registrados pela Defesa Civil de Santa Catarina, período 2018 a 2022. Foi inserido o filtro para desastres naturais climatológico, geofísico, hidrológico e meteorológico. Fez-se a análise dos dados traçando gráficos utilizando o programa Excel®.

Na primeira etapa, foram identificados os países com maior ocorrência de desastres no período analisado. Posteriormente a mesma análise foi realizada para os estados brasileiros em função do número de eventos e pessoas afetadas.

3. Resultados

No trabalho, foram considerados os desastres na categoria natural, sendo os grupos climatológico, geológico, hidrológico e meteorológico.

Na Figura 1A tem-se os países com os registros de números de eventos e na Figura 1B tem-se o número de pessoas afetadas por desastres naturais incluindo climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico no período de 2018 a 2022 a partir dos dados registrados Inventário de desastres naturais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*.

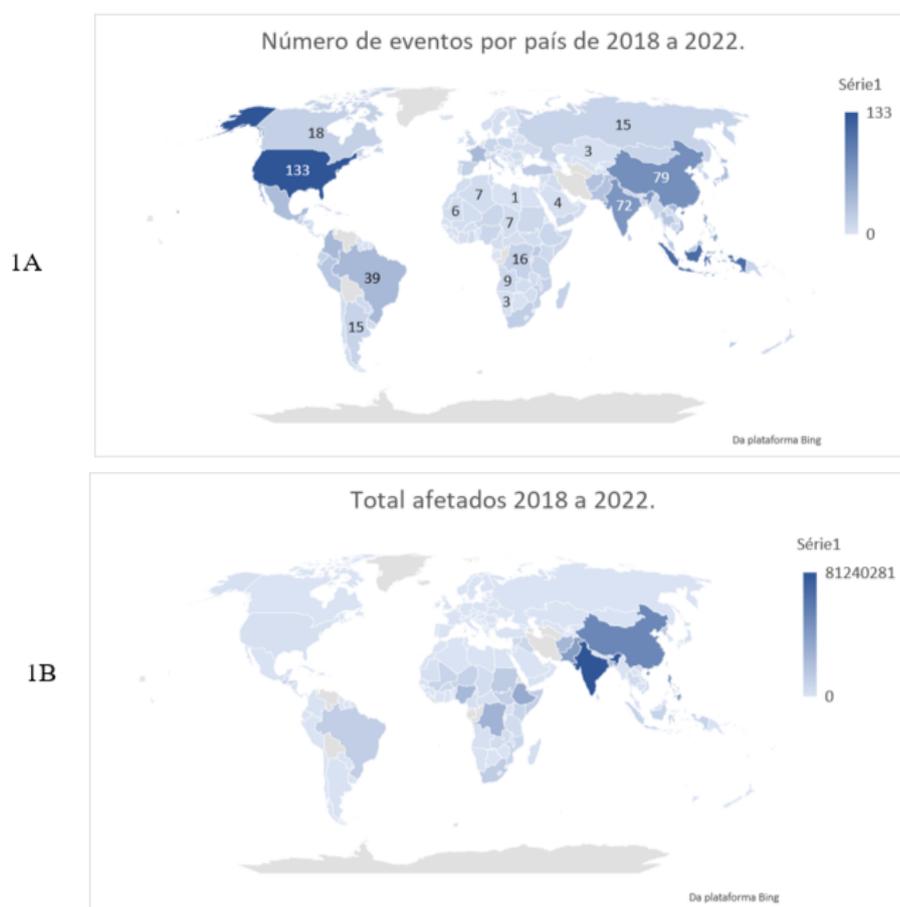


Figura 1: Somatório por países de desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico do período de 2018 a 2022. Fonte: Adaptado do Inventário de desastres naturais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*.

Abaixo a tabela 1 representa a posição dos países com o maior número de eventos e quantidade de pessoas afetadas.

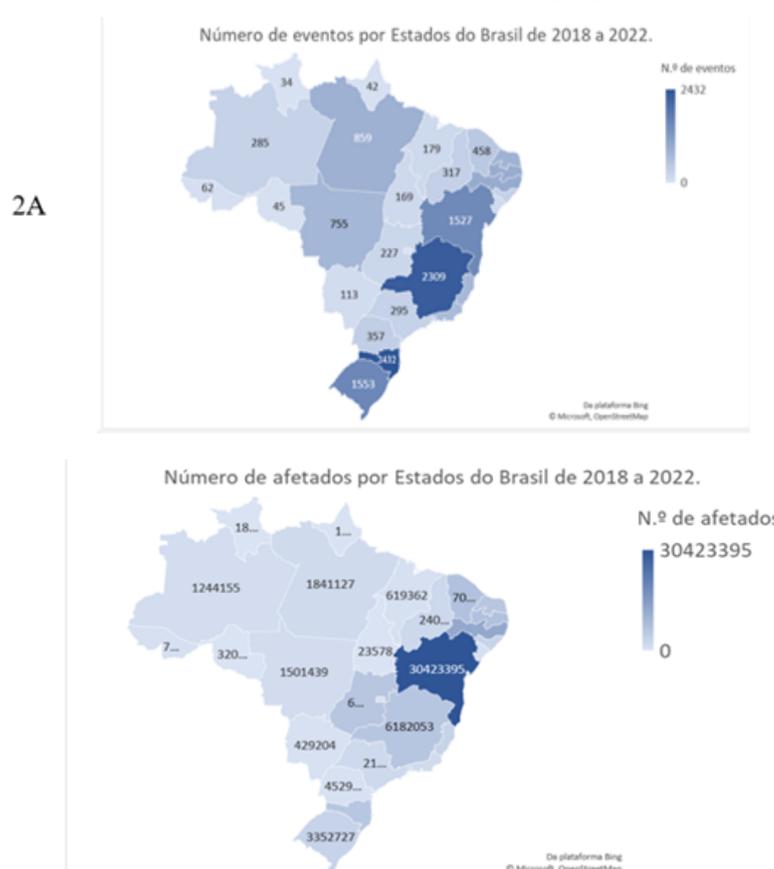
Tabela 1: Somatório de desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico do período de 2018 a 2022. Fonte: Adaptado do Inventário de desastres naturais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*.

Período 2018-2022			
Posição	Países	N.º de Eventos	N.º de Afetados

1	United States of America	133	1855990
2	Indonesia	111	3218566
3	China	79	52802135
4	India	72	82140281
5	Philippines	60	42923649
7	Brazil	39	11900934

No período de 2018 a 2022, o Estados Unidos contabilizou o maior número de eventos, com 133 eventos e 1.855.990 afetados, já a Índia com 72 eventos contabilizou 82.140.281 afetados, maior número de afetados. O Brasil, tem-se 39 eventos com 11.900.934 afetados.

Na Figura 2A tem-se os estados brasileiros com os registros de números de eventos e na Figura 2B tem-se o número de pessoas afetadas por desastres naturais incluindo climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico no período de 2018 a 2022 a partir dos dados registrados na Defesa Civil do estado de Santa Catarina [11].



2-132 **Figura 2:** Somatório de desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico do período de 2018 a 2022. Fonte: Defesa Civil Nacional. Abaixo a tabela 2 representa a posição dos estados brasileiros com o maior número de eventos e quantidade de pessoas afetadas.

Tabela 2: Somatório de desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico do período de 2018 a 2022.

Período 2018-2022			
Posições	Estados	Maior N.º de Eventos	N.º de Afetados
1	Santa Catarina	2432	5972014
2	Minas Gerais	2309	6182053
3	Rio Grande do Sul	1553	3352727
4	Bahia	1527	30423395
5	Pernambuco	939	12465725

Fonte: Defesa Civil Nacional.

No período de 2018 a 2022, os eventos registrados no Brasil tiveram maior número em Santa Catarina, com 2.432 eventos e 5.972.014 afetados, e apesar de não possuir o maior número de eventos, os estados da Bahia e Pernambuco possuem o maior número de afetados.

4. Discussões

A análise dos dados referentes aos desastres naturais registrados no mundo demonstrou que nos Estados Unidos, Índia e Brasil durante os períodos de 2018 a 2022 revela uma disparidade entre o número de eventos e o impacto real nas populações afetadas. Enquanto os Estados Unidos lideram em termos de registros de eventos, a Índia se destaca pela significativa quantidade de indivíduos afetados, evidenciando uma desconexão entre esses dois indicadores-chave.

No período de 2018 a 2022, os Estados Unidos lideram em número de eventos, com 133 ocorrências, mas o impacto em termos de afetados (1.855.990) foi notavelmente menor em comparação com a Índia, que registra 72 eventos, mas impacta uma população significativamente maior (82.140.281). O Brasil, com 39 eventos, ilustra uma realidade intermediária, com um número de afetados de 11.900.934. Países desenvolvidos geralmente têm mais recursos disponíveis para investir em infraestrutura resiliente, sistemas de alerta precoce e capacitação de pessoal, resultando em tempos de resposta mais rápidos e maior eficácia na mitigação do impacto dos desastres naturais (Birkmann et al., 2019). Por outro lado, países em desenvolvimento muitas vezes enfrentam desafios significativos devido à falta de recursos financeiros e técnicos, infraestrutura inadequada e capacidade limitada de resposta a desastres. Isso pode resultar em tempos de resposta mais longos, dificuldades na mobilização de recursos e uma maior vulnerabilidade das populações afetadas [12].

É importante ressaltar que essas disparidades têm um impacto direto nas vidas e meios de subsistência das pessoas afetadas pelos desastres naturais. A falta de investimento em preparação e resposta a desastres em países em desenvolvimento pode levar a um aumento da mortalidade, morbidade e perda de meios de subsistência, exacerbando ainda mais as disparidades socioeconômicas e de desenvolvimento.

No contexto brasileiro, a ênfase recai sobre a disparidade regional, onde Santa Catarina destaca-se com o maior número de eventos (2.432) no período de 2018 a 2022, resultando em 5.972.014 afetados. Embora Bahia e Pernambuco não liderem em número de eventos,

possuem os maiores números de afetados, ressaltando a importância de considerar não apenas a quantidade de eventos, mas também a densidade populacional, a infraestrutura e a resiliência das comunidades locais. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Bahia e Pernambuco são dois dos estados mais populosos do Brasil, com densidades populacionais significativas em comparação com outras regiões do país.

A discussão sobre essas disparidades aponta para a necessidade de avaliar não apenas a frequência de eventos, mas também a vulnerabilidade das populações e a eficácia das medidas de prevenção e resposta. Países que investem significativamente em infraestrutura resiliente e programas de preparação tendem a apresentar melhores resultados em termos de redução de impacto em desastres naturais (Birkmann et al., 2019). Exemplos notáveis incluem Singapura e Noruega, que, apesar de serem países de alta renda, adotam abordagens inovadoras e eficazes em termos de prevenção e mitigação [12].

A implementação de sistemas de alerta para eventos climáticos extremos, como secas e inundações, pode evitar perdas de até R\$ 661 para cada R\$ 1 investido, relação quantificada a partir das perdas e custos evitados em decorrência de alertas para inundações em áreas urbanas [13]. Ainda, é importante ressaltar que o retorno sobre o investimento em medidas de prevenção e resposta a desastres pode ser significativo. Estudos indicam que cada dólar investido em preparação pode resultar em economias substanciais em termos de custos de recuperação pós-desastre (IPCC, 2021).

Países que priorizam investimentos significativos na Defesa Civil demonstram uma maior capacidade de mitigar os impactos dos desastres naturais e proteger suas populações [12]. Esses investimentos abrangem desde a implementação de sistemas de alerta precoce até a construção de infraestrutura resistente a desastres.

5. Considerações Finais

O estudo abordou a complexidade da gestão de desastres naturais, enfocando a discrepância entre o número de eventos e o impacto real nas populações afetadas. A desconexão entre o número de eventos e a magnitude do impacto ressalta a importância de considerar fatores adicionais, como densidade populacional, infraestrutura e vulnerabilidade socioeconômica das comunidades afetadas. Países como a Índia, com menos eventos, mas impacto massivo, indicam que a eficácia na gestão de desastres vai além da simples contagem de ocorrências. Essa percepção aponta para a necessidade de políticas e estratégias adaptadas às características específicas de cada região.

No Brasil, apesar de não possuir o maior número de eventos, os estados da Bahia e Pernambuco se destacaram com o maior número de afetados. Isso destaca a necessidade de considerar não apenas a quantidade de eventos, mas também a densidade populacional, a infraestrutura e a resiliência das comunidades locais ao desenvolver estratégias de prevenção e resposta a desastres.

Regiões que investem em infraestrutura resiliente e programas de preparação tendem a apresentar melhores resultados na redução do impacto dos desastres naturais.

Referências

- [1] ARAÚJO, Sandy Dayane Melo de. Análise dos impactos socioambientais provocados pelas mudanças climáticas no Parque das Dunas, Natal/RN. Natal, 2023. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia).
- [2] MARCATTO, T. I.; LIMA, L. A. Sociedade Contemporânea E O Protocolo De Quioto: O Mundo Em Prol Do Meio Ambiente. *Connexio - Issn 2236-8760*, v. 2, n. 2, p. 41–63, 2013.
- [3] RAHMAN, M.L. Risk perception and awareness of earthquake: the case of Dhaka. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, v. 10, p. 65–82, 2020. DOI: 10.1108/IJDRBE-04-2018-0020.
- [4] MORAES L.R.S.; BORJA P.C. Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações. Brasília: Organização Panamericana da Saúde; Ministério das Cidades, Programa de Modernização do Setor de Saneamento, 2005, 135 p.
- [5] SILVA. E. V E; RODRIGUEZ, J. M. M. Geocologia da Paisagem: Zoneamento e Gestão Ambiental em Ambientes Úmidos e Subúmidos. *Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL*, 2011.
- [6] ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES. Relatório Anual 2021. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/undrr-annual-report-2021>. Acesso em: 01 abr. 2024.
- [7] FAY, M.; GHESQUIERE, F.; SOLO, T. Natural disasters and the urban poor. *World bank reconstruction and development*, v. 32, p. 4–7, 2003.
- [8] MENDONCA, M. B. DE; SILVA ROSA, T. DA; BELLO, A. R. Transversal integration of geohydrological risks in an elementary school in Brazil: A disaster education experiment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 39, n. June, p. 101213, 2019.
- [9] Reis, A.L., Silva, M.S., Regis, M.V., Silveira, W.W., Souza, A.C., Reboita, M.S., Carvalho, V.S.B., 2018. Climatologia e eventos extremos de precipitação no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11, 652-660. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.2.p652-660>
- [10] IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Mudança do Clima 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf. Acesso em: 01 abr. 2024.
- [11] DEFESA CIVIL, Plataforma online dados de desastres do Estado de Santa Catarina, <https://www.defesacivil.sc.gov.br/gestao-risco/decretacao-se-ecp/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

[12] UNISDR. Strategic Approach to Capacity Development for Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, n. October, p. 37–45, 2018.

[13] ANA, 2024

Agradecemos à CAPES pelo apoio à pesquisa Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento à população desabrigada: Plataforma INFRASHELTER, impressão 3D e materiais locais. 8881.705009/2022-01, PEPED, AUXPE1011/2023.

Indicadores para gestão integrada da sustentabilidade do bairro e do edifício: estudo de caso na Lagoa da Conceição/Florianópolis

Indicators for integrated sustainability management of neighborhood and building: a case study in Lagoa da Conceição/Florianópolis

Lisiane Ilha Librelotto, Dra, UFSC.

lisiane.librelotto@gmail.com

Eduarda Cardoso da Luz, Graduanda, UFSC

eduardaluz10r@gmail.com

Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda, UFSC

ernestinaengel@gmail.com

Mel Ramos da Rosa, Graduanda, UFSC

melramosdarosa30@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr, UFSC

pcferroli@gmail.com

Resumo

O artigo apresenta os indicadores desenvolvidos para o aplicativo USAT (*Urban Sustainability Assessment Tool*), visando contribuir para a sustentabilidade e governança na Lagoa da Conceição, Florianópolis. Inicialmente, para seleção dos indicadores, utilizou-se duas RSLs e a pesquisa bibliográfica exploratória associadas à aplicação do Método Delphi. Com abordagem participativa, envolvendo especialistas e representantes locais, foram identificadas prioridades e estabelecidas diretrizes para a integração dos indicadores no USAT. A pesquisa contribui na promoção da sustentabilidade urbana, oferecendo uma estrutura de governança para a área de estudo, potencialmente servindo de modelo para outras áreas com desafios semelhantes.

Palavras-chave: Indicadores; Sustentabilidade; Bairros.

Abstract

The article presents the indicators developed for the USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) application, with the aim of contributing to sustainability and governance in Lagoa da Conceição, Florianópolis. Initially, two RSLs and exploratory bibliographic research associated with the application of the Delphi Method were used to select the indicators. With a participatory approach, involving experts and local representatives, priorities were identified and guidelines established for integrating the indicators into the USAT. The research contributes to the promotion of urban sustainability by offering a governance structure for the study area, potentially serving as a model for other areas with similar challenges.

Keywords: Indicators; Sustainability; Neighborhood.

1. Introdução

Este artigo integra uma pesquisa em andamento desde 2022, que trata da avaliação da sustentabilidade em um bairro da cidade de Florianópolis. A Lagoa da Conceição, local do estudo, além de ser um corpo hídrico, nomeia o bairro que compõe um dos distritos administrativos da cidade. Insere-se em um grande centro urbano, com diversas necessidades, muitas delas não supridas e em um contexto ambiental frágil. Assim, necessita de um sistema de gestão que facilite a governança em prol do desenvolvimento sustentável.

A pesquisa trata da elaboração do aplicativo USAT, que deverá propiciar a avaliação da sustentabilidade através da participação do cidadão e de um sistema de indicadores integrando a estrutura do bairro, as estratégias para sustentabilidade nas edificações e o desempenho. Para que isso aconteça, fez-se necessário propor novos indicadores a partir de uma ampla revisão bibliográfica e determinar quais se adequam ao contexto local, refletindo as necessidades prioritárias do bairro. Deve-se assim, integrar as proposições das edificações considerando um desenvolvimento sustentável, utilizando como base de avaliação o Modelo ESA-B (Librelotto et. al., 2017) [1].

Ao avaliar a sustentabilidade no meio urbano, uma série de lacunas podem ser observadas no meio científico. A primeira delas, e talvez a mais preocupante, diz respeito à falta de integração entre as medidas de avaliação das cidades (ambiente urbano) e das edificações. A revisão da literatura apontou para a existência de cerca de 600 modelos de avaliação da sustentabilidade nesse contexto. No entanto, os métodos que avaliam a edificação pouco consideram o contexto de implantação, a não ser como uma categoria da avaliação, quando na verdade o cenário do Bairro deveria ser o norteador das estratégias implementadas na edificação e vice-versa. Assim, as metas estabelecidas pelo ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis (ONU, 2015) [2], podem contribuir para a sustentabilidade nas cidades.

A segunda lacuna refere-se a ausência de dados estratificados para os bairros da cidade. Em um contexto como o de Florianópolis, onde os distritos possuem realidades muito distintas, o pensar globalmente mas agir localmente, que está por trás da gestão da sustentabilidade, nunca foi tão necessário. Assim, mesmo que existam métodos disponíveis que avaliam a sustentabilidade no município, e que fornecem avaliações globais, esses dados não refletem as diversas realidades dos bairros.

A terceira lacuna refere-se às normativas das cidades mais sustentáveis e inteligentes, que enfatizam a necessidade de estabelecer métricas para os municípios brasileiros. Para tanto, colocam a necessidade de que os dados das cidades estejam disponibilizados pela administração municipal de forma transparente e acessível a todos. Essa realidade parece bastante distante, sendo difícil o acesso aos dados requeridos.

Por fim, para avaliar adequadamente a complexidade e a abrangência da sustentabilidade, é necessário estabelecer indicadores que capturem a realidade do bairro e estabeleçam prioridades de atuação, ao invés de uma lista de tecnologias a serem adotadas. Assim, as métricas devem evidenciar prioridades em uma progressão contínua, nesse sentido, deve-se levar em conta a quantidade, a relevância e a hierarquia dessas variáveis, obtendo resultados e correlacionando-os.

Tendo como base esse cenário, o artigo possui como objetivo apresentar o estabelecimento de indicadores para o painéis da aplicação do Modelo ESA/B, no desenvolvimento do Aplicativo USAT, para avaliação da sustentabilidade na Lagoa da Conceição.

2. O conceito de indicadores de sustentabilidade

Indicadores de sustentabilidade são métricas ou medidas utilizadas para avaliar e quantificar o desempenho ambiental, social e econômico de uma atividade, projeto, empresa, região ou sistema em relação aos princípios da sustentabilidade (Librelotto, 2005) [3]. Além disso, podem servir para acompanhar processos ou monitorar a implementação de tecnologias. De acordo com Kemerich, Ritter e Borba (2014, p.1) [4] “um instrumento utilizado para monitorar o desenvolvimento sustentável são os indicadores de sustentabilidade, os quais são responsáveis por capturar tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias”.

Em complemento, para Librelotto (2005, p.4) [3], indicadores são uma “relação matemática, fruto de verificação qualitativa ou quantitativa, resultando em uma medida quantitativa, que possibilita identificar entradas, estado do processo, resultado, saídas e impactos de ações, através de metas numéricas preestabelecidas”. Assim, permitem medir o progresso em direção aos objetivos sustentáveis, fornecendo informações tangíveis sobre como determinada ação ou processo afeta o equilíbrio entre as necessidades humanas e a preservação dos recursos naturais, ecossistemas e bem-estar social ao longo do tempo.

Desempenho, na língua portuguesa, assume o significado da ação ou efeito de desempenhar, que, por sua vez, quer dizer executar, exercer, cumprir uma determinada tarefa ou papel. No âmbito das organizações, as medições de desempenho assumem significados mais restritos - como o de Harrington e Harrington (1997) [5] para relações econômico-financeira da empresa e classifica as demais medições nas categorias de melhoria do processo e de previsão – ou significados mais amplos, como o de Elkington (1998) [6], que associa o desempenho às esferas social, ambiental e econômica da sustentabilidade.

Mafra (1999) [7] relaciona diversos conceitos sobre as medições de desempenho, também denominadas, medidas de desempenho, taxas de melhorias, de qualidade, de desempenho ou métrica de desempenho, conforme a literatura consultada. Para o autor, um sistema de indicadores deve estar estruturado de forma a fornecer informações claras e concisas, adequadas ao usuário das mesmas. Assume-se o conceito de indicador como sendo uma relação matemática, resultando em uma medida quantitativa, que possibilita identificar o estado do processo ou o resultado através de metas numéricas preestabelecidas.

Para essa classificação dos indicadores, Librelotto (2005) [4] encontrou por meio de revisão bibliográfica (TRADE e PBM – SIG, 2001; Mafra, 1999; e Rolt, 1998) [8] [7] [9], diversas formas que os separam em função do objeto da medição (uma entrada, um processo, uma saída ou resultado), em relação à causalidade e momento de incidência para averiguar causas (leading, drivers ou itens de verificação – para previsão) ou efeitos de problemas (Sink e Tuttle (1993) [10]) (laggings, outcomes ou itens de controle – para acompanhamento) e ainda, para medir atributos de entradas, processos ou saídas (indicadores da qualidade, de melhoria, de impacto de ações, entre outros). Também foram encontradas classificações, conforme o nível da aplicação do indicador dentro de uma empresa, se estratégico, gerencial e operacional ou quanto à finalidade (se para realizar diagnóstico, controle ou acompanhamento).

Os indicadores devem buscar por resultados de forma a serem objetivos, compreensíveis, confiáveis, alinhados com a estratégia da organização ou dos governos e capazes de embasar as decisões. Assim, abordam aspectos como acessibilidade dos dados, envolvimento dos

responsáveis, análise estatística e percepção de importância. Em resumo, deve-se assegurar que as métricas adotadas sejam eficazes e relevantes para o monitoramento e melhoria do desempenho organizacional. Essas questões deverão integrar o método de avaliação após as etapas de seleção, hierarquização e estabelecimento das formas de cálculo.

3. Procedimentos metodológicos

Nesta seção são apresentados os métodos, as técnicas e as abordagens utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa que estão divididos em: revisão de literatura e estabelecimento do framework inicial de indicadores, aplicação e seleção pelo Método Delphi para estabelecimento do framework da estrutura urbana e análise dos resultados e estabelecimento do framework final.

3.1 Revisão de literatura e estabelecimento do framework inicial de indicadores

Para a identificação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade no meio urbano e nas edificações foram realizadas revisões bibliográficas, as quais foram divididas em duas etapas: revisão exploratória e revisão sistemática. Os resultados dessas etapas foram publicados em Librelotto *et. al.* (2023) [11] e em Braga *et. al.* (2023) [12], onde identificou-se diversos modelos de avaliação da sustentabilidade nas escalas do urbano e da edificação. Tais modelos foram catalogados e comparados entre si, identificando primeiramente as categorias de avaliação, que por sua vez foram decompostas em indicadores. Do desdobramento realizado foram propostos, inicialmente, 1402 indicadores.

Após a identificação dos indicadores de cada método presentes nos catálogos disponibilizados na página do projeto USAT (<https://usat.paginas.ufsc.br/>) estes foram listados em tabelas, para melhor visualização. Os indicadores foram separados em três eixos: Ambiental, Sociocultural e Econômico. Ao final do processo, foram filtrados os indicadores segundo a frequência de ocorrência nos modelos, similaridade e relevância, chegando-se 134 indicadores para a edificação e 202 para a estrutura urbana, totalizando 328 indicadores (Virtuhab, 2024) [13].

3.2 Aplicação do Método Delphi para estabelecimento do framework da estrutura urbana

O Método Delphi (Linstone e Turoff, 2022) [14] é uma técnica utilizada para obter consenso ou tomar decisões em grupo, especialmente quando há incerteza ou falta de informações claras sobre um determinado assunto. No contexto de escolha de indicadores de avaliação, o Método Delphi pode ser aplicado para envolver especialistas e obter suas opiniões e conhecimentos sobre quais indicadores devem ser considerados relevantes. O processo envolve as seguintes etapas: seleção dos especialistas, questionário inicial, feedback anônimo, rodadas subsequentes, e convergência e consenso. Dessa forma, o método permite aproveitar o conhecimento coletivo de especialistas e reduzir o impacto de influências individuais, ao mesmo tempo em que fornece um espaço para revisão e ajuste das opiniões.

A partir da seleção dos métodos de análise e questionários, foram selecionados os participantes. Os especialistas foram selecionados como representantes das organizações aos

quais possuem vínculos e especialistas pesquisadores do tema. Dessa maneira, foram selecionados os seguintes participantes: IPUF (Secretaria Municipal de Planejamento Urbano); SMPU (Secretaria de Municipal mobilidade e Planejamento Urbano); SMDU (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano); Conselho da cidade (Prefeitura e IpuF); Casan; Celesc; Associação de Moradores da Lagoa da Conceição; Pesquisadora especialista em eficiência e desempenho energético UFSC; Floram; Comcap; Secult; IMA (Instituto do Meio Ambiente); ICMBIO (antigo Ibama); Pesquisadora especialista em avaliação da sustentabilidade e certificação LEED UNICAMPs; LabCRIS (análises ambientais- ufsc EGC); SMPIU (Secretaria Municipal de Planejamento e Inteligência Urbana); Pesquisador especialista em desempenho social.

3.3 Análise dos questionários e estabelecimento dos indicadores

Foram elaborados 2 questionários, um para seleção dos indicadores da estrutura urbana e outro para as condutas na edificação. Os respondentes, à exceção dos especialistas pesquisadores (com foco no planejamento urbano ou na certificação de edificações), seguiram o mesmo critério de seleção.

Na realização do questionário, cada indicador apresentado foi avaliado por um valor atribuído de 1 a 5, de acordo com a opinião dos especialistas sobre o nível de importância. Além da atribuição de valores, foi oferecida a possibilidade de novas sugestões ou opiniões em cada pergunta. Os indicadores considerados com elevado nível de consenso foram os que atingiram o terceiro quartil na análise, ou seja, correspondem àqueles indicados por, pelo menos, 75% dos respondentes. A Figura 1 mostra exemplos de tópicos abordados nos questionários. As respostas de 13 especialistas foram coletadas entre os dias 27/09/2023 e 23/10/2023.

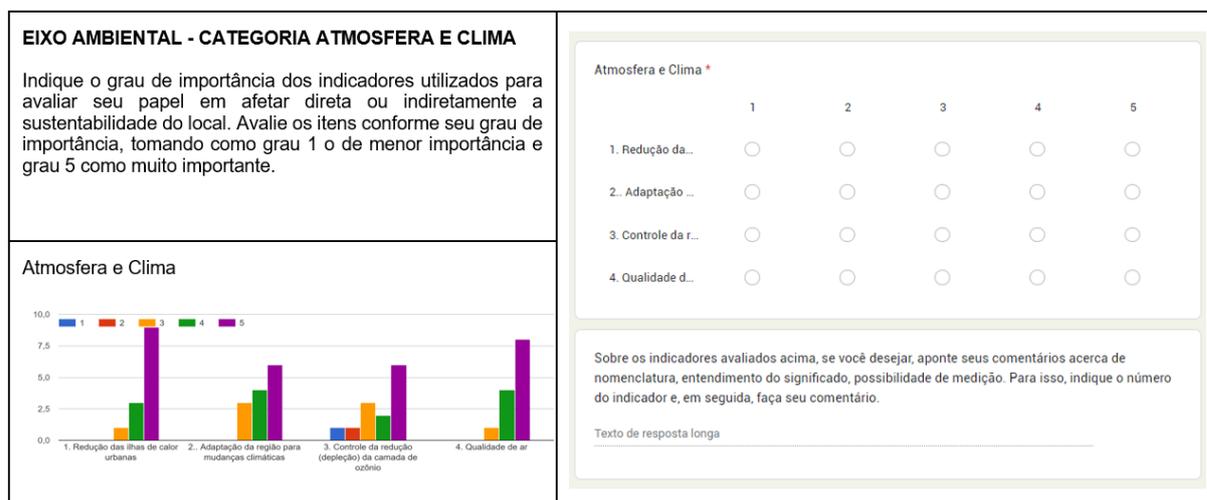


Figura 1: Exemplo de tópicos e gráficos de respostas do questionário. Fonte: elaborado pelos autores.

No contexto deste estudo, foram obtidas um total de 13 respostas para o formulário das condutas na edificação e 12 respostas para o questionário da estrutura urbana. Ambos utilizaram como ferramentas de coleta de dados o Google Forms, que resultou em vários gráficos a serem analisados. Os questionários contemplaram a proposição dos indicadores e o consenso pela técnica Delphi foi obtido na primeira rodada de aplicação.

4. Resultados e Discussão

Como apontado nos procedimentos metodológicos, o estabelecimento dos indicadores para compor o framework da ferramenta foram escolhidos através da aplicação de questionários a uma série de especialistas.

Depois do estudo dos diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade e separação dos indicadores para análise, a estrutura de categorias elencada por López et. al. (2019) [18] foi utilizada na proposição dos indicadores principais para a edificação, combinada com a correlação de indicadores de métodos de avaliação da sustentabilidade em edificações, como LEED, AQUA, MASP-HIS entre outros. Já para a estrutura urbana, utilizou-se a estrutura proposta pelas pesquisas de Mauree et al. (2019) [19] Kaur & Garg (2019) [20], Cohen (2017) [21] e o IQVU de Nahas (2001) [22]. Alguns desse autores tratam de RSLs para avaliação da sustentabilidade urbana (Urban Sustainability Assessment Tools - USATs) e identificaram diferentes escalas de avaliação, da cidade ao bairro, assim como muitos modelos e indicadores para avaliação associados a 3 ou mais dimensões da sustentabilidade. Ao se observar a amplitude da pesquisa realizada com relação aos indicadores estabelecidos, chegou-se à conclusão das categorias estabelecidas que atenderiam às finalidades do projeto, com a necessidade de poucas adaptações. Essas categorias serviram no agrupamento dos indicadores conforme os temas. As correlações entre métodos e modelos, resultaram nos indicadores a inserir dentro das categorias.

Em paralelo a isso, após a comparação dos indicadores de todas as fichas criadas para catalogação dos métodos de avaliação da sustentabilidade, foram separados os indicadores do ESA-B (Librelotto et. al., 2017) [1] relativos à primeira aplicação, que mais apareciam nessa comparação, seguindo a porcentagem de ocorrência maior do que 30%. Os indicadores com incidência superior a 30%, semelhantes foram agrupados e analisados para fornecerem as informações necessárias.

Após a correlação e compilação dos indicadores da estrutura urbana e das condutas na edificação, os mesmos foram submetidos ao método Delphi, a um grupo de especialistas por meio de 2 questionários. Os especialistas atribuíram notas sobre a importância dos indicadores na avaliação da sustentabilidade e puderam sugerir modificações.

A partir disso, foi possível montar o fluxograma geral com o resultado dos indicadores, onde estão expressos o tipo de análise (estrutura urbana ou edifício), eixos (ambiental, sociocultural e econômico), as categorias (25 para estrutura urbana e 9 para edificação), os indicadores e seus pesos finais. A Figura 2 mostra as categorias da estrutura urbana e do edifício.

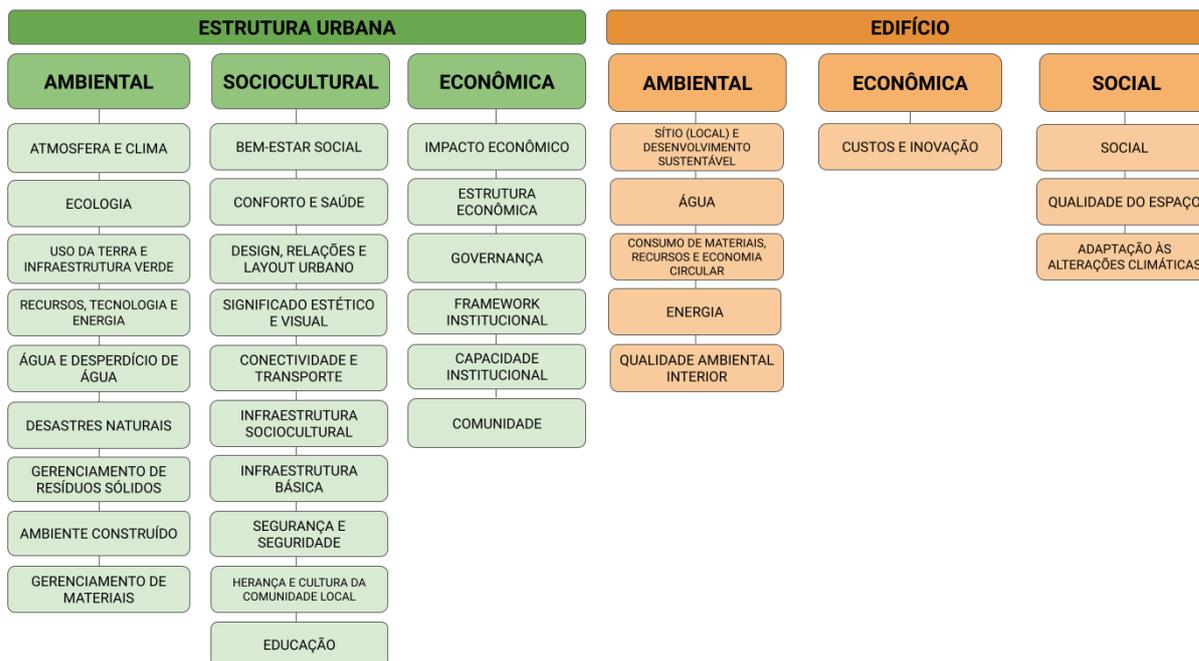


Figura 2: Categorias de indicadores da Estrutura Urbana e Edifício. Fonte: elaborado pelos autores.

Com as respostas a questionários, foram analisados 55 gráficos, compostos pelas 13 respostas obtidas. Além disso, os pesos atribuídos pelos respondentes foram categorizados a partir de uma planilha, gerando a média das notas a partir das respostas. Assim, chegou-se nos pesos de cada indicador em relação à sua categoria, e também das categorias entre si. A Figura 3 ilustra uma parte da planilha resultante.

EIXO	CATEGORIA URBANO	Nº	INDICADOR	PESO (questionários)	IMPORTÂNCIA DA CATEGORIA
AMBIENTAL	1. ATMOSFERA E CLIMA	1	1.1. Redução do efeito de ilhas de calor urbanas	4,58	100%
		2	1.2. Adaptação para mudanças climáticas	4,23	
		3	1.3. Controle da redução (Depleção) da camada de Ozônio	3,85	
		4	1.4. Qualidade do Ar	4,54	
	2. ECOLOGIA	5	2.5. Gestão da restauração e conservação da biodiversidade do habitat, de espécies ameaçadas e comunidades ecológicas	4,46	100%
		6	2.6. Preservação dos recursos do solo – árvores, corpos d'água, zonas úmidas e de áreas ecologicamente sensíveis ou valiosas	4,77	
		7	2.7. Conservação de terras agricultáveis (não utilizar essas áreas para empreendimentos)	3,77	
		8	2.8. Retenção da topografia natural e proteção de encostas íngremes e taludes, por meio de planos de controle para redução de erosão do solo	4,69	
		9	2.9. Hortas comunitárias	4,23	
		10	2.10. Áreas humanizadas com áreas verdes (por habitante), sombreadas (e seu uso) e áreas de lazer (passeios, atividades físicas, entre outras)	4,69	
		11	2.11. Existência de projeto de paisagismo (plantas nativas e árvores frutíferas, evitando o uso de espécies invasivas)	4,46	
	3. Uso da Terra e Infraestrutura Verde	12	3.12. Otimização do uso da Terra (Reuso da Terra, Minimização da movimentação de terras e descaracterização do relevo local ou criação de taludes acentuados etc)	4,08	83%
		13	3.13. Desenvolvimento de usos mistos	4,17	
		14	3.14. Reabilitação urbana de áreas, remediação de terras e áreas abandonadas, evitando o desenvolvimento de locais inapropriados	4,17	
		15	3.14. Inclusão de mecanismos para evitar e controlar processos erosivos devido a implantação dos empreendimentos	4,42	
		16	3.15. Observar a inserção de novas construções em áreas de alta densidade habitacional para que a infraestrutura seja compatível com o aumento populacional causado pela futura ocupação	4,42	
		17	3.16. A localização do terreno é em áreas de conurbação urbana (área de junção e expansão de municípios em regiões metropolitanas)	3,50	
		18	3.17. Recuperação de áreas contaminadas e degradadas, mediante reabilitação das áreas (descontaminar ou encapsular)	4,42	
		19	3.18. Índices de ocupação do bairro menores ou igual a 50%	3,58	

Figura 3: Exemplo da planilha de cálculo dos pesos dos indicadores. Fonte: elaborado pelos autores.

Como próximos passos da pesquisa, estão sendo realizadas as avaliações de cada indicador. Para isso, estão sendo elaboradas fichas, com a descrição, objetivos, critérios e cálculos. Ao relacionar as notas de avaliação com os pesos de cada indicador e categoria, será possível gerar a análise. Assim, estarão sendo levados em conta a importância de cada indicador dentro do framework total, suas inter relações e importância para a composição da avaliação da sustentabilidade, tanto na estrutura urbana quanto no edifício. A lista final de indicadores para os painéis da estrutura urbana e das condutas na edificação constam na página do projeto. Os indicadores de desempenho serão obtidos mediante entrevistas aos usuários do edifício e do bairro de forma a obter sua avaliação sobre os indicadores estabelecidos.

5. Considerações Finais

Nesta pesquisa procurou-se avaliar a sustentabilidade da Lagoa da Conceição, utilizando o Modelo ESA-B que atingiu a condição de um bairro em desenvolvimento. Mais importante que a significância dos valores resultantes da avaliação, é a análise da adequação do modelo para realizar a gestão do lugar. A coleta de dados de forma exploratória, neste artigo, foi trabalhosa e requer a colaboração de diversos setores públicos e privados. Entretanto, o modelo ESA-B apresenta muito potencial para subsidiar a gestão da sustentabilidade do lugar como propõe o projeto.

Foram encontradas muitas dificuldades para obter informações relevantes sobre a área de estudo. Há uma limitação de obtenção de dados no âmbito dos bairros, e que é de extrema importância para o entendimento deste estudo. Sendo assim, para alcançar uma análise mais aprofundada, é essencial que os órgãos públicos forneçam informações detalhadas sobre os bairros. Assim, deve-se expor de forma mais detalhada sobre os bairros e não apenas dados genéricos do município todo, principalmente em casos de cidades com áreas territoriais consideráveis.

As ferramentas de avaliação da sustentabilidade encontradas nesta pesquisa demonstram, em suas bases de dados, exigências e parâmetros relacionados a seus países de origem e legislação local. Consequentemente, percebe-se que é difícil aplicar estes sistemas de classificação de edificações a outros países, o que induz a necessidade do desenvolvimento de sistemas de avaliação local. Por isso, pesquisas como o projeto USAT são tão importantes, que se trata do desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade feita especificamente para a análise dos bairros de uma cidade brasileira, nesse caso, o bairro Lagoa da Conceição, na cidade de Florianópolis.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Agradecemos também ao Programa PIBIC/CNPq, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Referências

- [1] LIBRELOTTO, Lisiane Ilha *et al.* **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana: Modelo ESA** Edificações. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/238369/ANAIS%20ENSUS%202017-163-177.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [2] ONU. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11: Cidades e comunidades sustentáveis**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [3] LIBRELOTTO, L.I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): aplicação no setor de edificações**. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2005.
- [4] KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. de. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 3718–3722, 2014. DOI: 10.5902/2236130814411. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [5] HARRINGTON, H. J.; HARRINGTON J. S. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua: A Nova Geração da Melhoria do Desempenho**. São Paulo, Makron Books, 1997.
- [6] ELKINGTON, John. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.
- [7] MAFRA, A. T. **Proposta de Indicadores de Desempenho para a Indústria de Cerâmica Vermelha**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1999. (Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- [8] TRADE & PBM-SIG – Trade Recurses and Data Exchange & Performanced- Based Management Special Interest Group. **How to Measure Performance: A handbook of Techniques and Tools**. U.S. Department of Energy- DOE. October, 1995. Disponível em: <http://www.orau.gov/pbm/documents/documents.html>. Acessado em: janeiro de 2003.
- [9] ROLT, M. I. P. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1998. (Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina). Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br>>. Acesso em janeiro de 2003.
- [10] SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para performance**. Rio de Janeiro: Quality Market, 1993.
- [11] LIBRELOTTO, L. I.; *et. al.* Ferramentas para Avaliação da Sustentabilidade nas Edificações (FASES): uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). **Revista Jatobá**, Goiânia, v. 5, 2023. DOI: 10.5216/revjat.v5.76768.
- [12] BRAGA, K. *et al.* Revisão Sistemática De Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da Sustentabilidade no contexto urbano (USATS). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, p. e20011-e20011, 2023.
- [13] VIRTUHAB. **Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B: sobre**. Sobre. 2024. Disponível em: <https://usat.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

- [14] LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi method**: Techniques and applications. Addison Wesley Newark, NJ: New Jersey Institute of Technology, 2022.
- [15] SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**. Volume 48, Issue 1, p. 9-26, 1990. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).
- [16] NOROUZI, N. The more Sustainable buildings, the more Sustainable societies: An Overview on Building Sustainable Evaluation in the World. **Energy Studies Review**, v. 24, n. 1, 2020.
- [17] PONS-VALLADARES, O.; NIKOLIC, J. Sustainable Design, Construction, Refurbishment and Restoration of Architecture: a review. **Sustainability (Basel, Switzerland)** 12, no. 22 (2020): 9741.
- [18] LÓPEZ, C. D; *et. al.* A comparative analysis of sustainable building assessment methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, p. 101611, 2019.
- [19] MAUREE, D., NABONI, E., COCCOLO, S., PERERA, A. T. D., NIK, V. M.; SCARTEZZINI, J. L. A review of assessment methods for the urban environment and its energy sustainability to guarantee climate adaptation of future cities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 112, p. 733-746, 2019.
- [20] KAUR, HARSIMRAN; GARG, PUSHPLATA. Urban sustainability assessment tools: A review. **Journal of cleaner production**, v.210, p. 146-158, 2019
- [21] COHEN, M. A systematic review of urban sustainability assessment literature. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 2048, 2017.
- [22] NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. **Metodologia de construção de índices e indicadores sociais como instrumentos balizadores da gestão municipal da qualidade de vida urbana: uma síntese da experiência de Belo Horizonte**. Migração e ambiente nas aglomerações urbanas. Campinas: Núcleo de Estudos de População/Unicamp, v. 465, p. 487, 2001.

Estabilização da taipa de pilão com cal: análise da literatura *Stabilization of rammed Earth with lime: a literature review*

Gabriela Tavares de Lanna Lage, mestra e doutoranda em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais.

gabrielat@ufmg.br

Sofia Araújo Lima Bessa, prof. Doutora no programa de pós graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais.

salbessa@gmail.com

Beatriz Faria Alves dos Santos, graduanda na Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais.

biaalvesfca@gmail.com

Resumo

A taipa de pilão é uma técnica de construção com terra reconhecida por sua sustentabilidade. A cal é usada como estabilizante, promovendo resistência e durabilidade às estruturas. Este artigo analisou na literatura os estudos recentes que apresentaram adição da cal na taipa de pilão, para compreender a eficácia da incorporação da cal em diferentes tipos de solos; além de mapear as proporções utilizadas, os diferentes processos de cura e idade das amostras ensaiadas. O método foi a coleta de dados documentais. Como resultado tem-se que as investigações sobre incorporação de cal na taipa de pilão buscam métodos comparáveis ao uso de cimento, entretanto as reações químicas envolvidas entre solo-cal são distintas.

Palavras-chave: Estabilização de solos; Valor ótimo de cal; Método de cura; Sustentabilidade.

Abstract

Rammed earth is an earth construction technique recognized for its sustainability. Lime is used as a stabilizer, providing strength and durability to the structures. This article analyzed recent studies in the literature on the addition of lime to rammed earth, in order to understand the effectiveness of incorporating lime into different types of soil; in addition to mapping the proportions used, the different curing processes and the age of the samples tested. The method was the collection of documentary data. The result is that research into the incorporation of lime into rammed earth seeks methods comparable to the use of cement, but the chemical reactions involved between soil and lime are different

Keywords: Soil stabilization; Optimal lime content; Curing method; Sustainability.

1. Introdução

A taipa de pilão é uma técnica construtiva milenar que continua sendo mundialmente empregada principalmente devido ao caráter sustentável e o baixo consumo energético. A técnica consiste na compactação de camadas de solo úmido em fôrmas temporárias, formando paredes espessas e monolíticas [1]. Tal estrutura pode ser estabilizada com aglomerantes como o cimento e a cal, visando ganho de resistência e durabilidade, além da diminuição da frequência de manutenção das paredes [2].

O uso da cal como um estabilizante para a taipa de pilão (TP) pode ser datado de séculos [2] e se fez presente em diversos países, como Japão [3], no continente europeu [4] e no Brasil [5]; já o uso do cimento como um estabilizante só se popularizou após a Segunda Guerra Mundial [6]. Além da melhora na resistência das paredes, a estabilização cimentícia colabora com a redução da retração e a desagregação das paredes [2]. Entretanto, mesmo trazendo benefícios em relação à durabilidade e ao desempenho mecânico [7], os estabilizantes cimentícios utilizados aumentam a energia incorporada da técnica, uma vez que sua produção é responsável por elevados níveis de emissão de CO₂ [2].

Nesse sentido, a utilização da cal como agente estabilizador da taipa de pilão apresenta potencial por ser mais eficaz e ecologicamente responsável em comparação com estabilizantes à base de cimento. Isso poderia resultar na diminuição das emissões de CO₂ durante a fase de fabricação e, ao mesmo tempo, contribuir para a absorção deste gás ao longo de sua vida útil, graças ao processo de carbonatação [1;8].

Além disso, a redução da adição de cimento, que significaria a diminuição do pH de misturas para a produção da TP pode ser evitada com a adição de cal. Conforme Ciancio, Beckett e Carraro [9], misturas para TP se beneficiam de pH mais elevados, acima de 12, uma vez que podem ser utilizados reforços em aço que devem estar inseridos em matrizes alcalinas. Portanto, é importante que solos ácidos sejam corrigidos de alguma forma com o objetivo de elevar o pH da mistura para a produção da TP.

Há um interesse crescente em melhorar as propriedades de durabilidade da TP em contato com a água, além do aumento do pH que proporciona proteção contra a corrosão, já que o ambiente ácido favorece a corrosão de reforços de aço [10]. Estas propriedades podem ser alcançadas com a utilização da cal em nível mínimo para elevar o pH do solo e criar um ambiente alcalino favorável [8].

Dessa forma, este artigo buscou estudos acerca da interação solo-cal na taipa de pilão e teve como objetivo analisar na literatura os estudos recentes que apresentaram ensaios de resistência e durabilidade em solos com adição da cal para a taipa de pilão, de forma a compreender a eficácia da incorporação da cal em diferentes tipos de solos; além de mapear as proporções utilizadas, os diferentes processos de cura e idade das amostras ensaiadas.

2. Método

Esta pesquisa consistiu em uma pesquisa bibliográfica, de forma a realizar uma revisão da literatura sobre a adição de cal em corpos de prova representativos de taipa de pilão. Durante a análise, alguns dados de interesse foram levantados: i) teores de cal utilizados nas misturas com o solo; ii) o tipo de solo utilizado em cada pesquisa quanto a granulometria e composição química/ mineralógica; e iii) a influência do tempo de cura e o processo de cura empregado aos corpos de prova representativos.

Os métodos utilizados foram: i) a coleta de dados documentais (identificação, localização, compilação e fichamento) (Tabela 1); e ii) a análise e a interpretação dos dados, representados através de tabelas. A coleta de dados teve como fonte documental três bases de dados: Scopus; ScienceDirect e Sielo, que foram os bancos que apresentaram o maior número de trabalhos sobre o assunto.

As referências citadas em cada um dos artigos selecionados também foram examinadas e tornaram-se uma fonte secundária de informações, de forma a identificar fontes relacionadas que não foram abrangidas na busca inicial, mas que poderiam ser importantes para garantir uma revisão abrangente e pertinente sobre o tema.

Além dos critérios levados em consideração para a inclusão de artigos, todos os resumos dos artigos encontrados foram lidos e um segundo filtro foi aplicado. Foram selecionados apenas os artigos que detalharam o uso da cal como estabilizante para solos destinados as paredes de taipa de pilão.

Tabela 1. Critérios para levantamento de dados sobre a estabilização de taipa de pilão com cal

Foco	Critério	Condições
Estabilização da taipa de pilão com cal	Data de publicação	Período entre 2002-2022
	Palavras-chave	“Rammed Earth”; “Lime”; “Stabilization” ou “Stabilisation”
	Tipo de documento	Artigos de periódicos ou anais de eventos
	Idioma	Inglês, português ou espanhol

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível estabelecer quatro critérios importantes ressaltados pela maioria dos autores que realizaram a adição de cal como estabilizante para a taipa de pilão: i - Idade dos corpos de prova a serem rompidos; ii - Teor e tipo de cal utilizada; iii - Critério para a adição de água; e iv - Tipo de cura realizada. Esses critérios estão descritos na Tabela 2 e 3.

Tabela 2. Idade de ensaio e tipo de energia de compactação adotada

Fontes consultadas	Idade do ensaio de resistência à compressão, em dias						Energia de compactação	Porcentagem e tipo de cal utilizada
	7	28	60	90	180	360		
[11]*		x	x	x	x	x	N.A.	3%, 5%, 7% e 9%
[1]		x					Proctor modificado	1ª fase: 3, 6, 9, 12, 15 e 18%. 2ª fase: 12% de cal hidráulica
[12]		x					Proctor modificado	18% de cal hidráulica (referente ao volume)
[13]		x	x				Não fica claro	cal viva, pó de cal hidratada e sacarose
[14]	x						N.A.	3, 5 e 7% de cal viva e cal hidratada no mercado e cal viva e hidratada retirada da casca do ovo
[15]	x						N.A.	2,5% e 4% (cal hidráulica)

[9]		x				Proctor Modificado	2%, 3%, 4%, 5%, 6% de cal hidratada	
[3]		x				Proctor Modificado	11,4% de cal	
[7]		x				Não fica claro	8% cal hidratada	
[6]		x				Proctor Modificado	1 e 2% de cal	
[16]		x		x		x	Normal, intermediária e modificada	3, 5, 7, 9 e 11% de cal hidratada

* os resultados de 28 e 60 dias foram descartados

A energia modificada foi utilizada de forma unânime pelos pesquisadores que adotaram a compactação por meio do Proctor [1; 3; 6; 9; 12].

3.1 Idade dos corpos de prova solo-cal rompidos

A determinação de 28 dias de idade para romper os corpos de prova foi majoritária (Tabela 2). Segundo Maniatidis *et al.*, [17] a cal atinge a sua resistência final mais lentamente que o cimento, e, portanto, o período de cura deve ser pelo menos três vezes superior ao utilizado para o cimento (que é de 28 dias). Por meio dos resultados dos diversos autores analisados, ficou claro que tempos de cura mais prolongados podem potencializar uma possível reação pozolânica e elevar a resistência à compressão, entretanto ainda se tem como padrão em algumas normas técnicas a adoção de período de cura para misturas com cal a partir de 28 dias [9].

Apesar disso, o estudo de Ávila; Puertas; Gallego [1] indica que a maior parte da resistência e da rigidez é desenvolvida nos primeiros 20 a 30 dias de cura, relacionada à formação de agentes cimentantes na presença de água. Este fato pode estar relacionado com a baixa (ou inexistente) reação pozolânica, que pode não ocorrer devido ao tipo de solo selecionado (argilas fracamente reativas, como a caulinita).

3.2 Teor e tipo de cal utilizada

Alguns dos artigos analisados utilizaram valores padrões para a adição de cal, ou mesmo tentaram estabelecer um valor ótimo deste aglomerante. Existe uma óbvia dificuldade de estabelecer critérios gerais para a quantidade de cal adicionada ao solo para a produção de taipa de pilão visto que o solo é um material natural e heterogêneo e, por tanto, sua estabilização também deve ser personalizada. Os valores de cal adotados pelos autores foram estabelecidos por meio de estudos de porosidade, impacto ambiental e reações pozolânicas. A maioria dos estudos realizados indicaram valores de adição de cal entre 3 e 9% e poucos realizaram testes com mais de 10% de adição de cal (Tabela 2).

Segundo Rocha, Consoli e Johann [11] a resistência à compressão da taipa de pilão não depende apenas do teor de ligante cimentício, mas também de três outros fatores: peso unitário seco, tempo de cura e o teor de resíduo agregado.

Aumentar o teor de cal requer grandes mudanças para aumentar a resistência, enquanto uma pequena redução na porosidade pode alcançar o mesmo resultado, tornando-a mais sustentável ambientalmente. Segundo os autores, é preferível aumentar o peso unitário seco em vez do teor de ligante por razões ambientais. Pequenas alterações na porosidade têm um impacto significativo na resistência, tornando-a uma opção sustentável [11].

Segundo Ávila, Puertas e Gallego [1], aumentar o teor de cal geralmente melhora as propriedades mecânicas, mas o pico de resistência à compressão de seu estudo ocorre com 9% de cal, um aumento de 11% em relação ao valor inicial. Teores mais elevados de cal, por outro lado, não melhoram significativamente a resistência, devido a um possível aumento da fragilidade e pelo desenvolvimento de fissuras. O módulo de elasticidade, no entanto, mostra uma melhoria significativa (mais de 40% em relação ao valor inicial) com teores de cal superiores a 12%.

Ciancio, Beckett e Carraro [9] buscaram estabelecer um valor ótimo de cal para um solo padrão apropriado para taipa de pilão. Para estabelecer este valor os autores utilizaram três métodos: a relação porosidade/cal; limite plástico e valor de Ph. Ciancio, Beckett e Carraro [9] correlacionaram o teor ótimo de cal (saturação de cal na água do poro – valor de Ph em 12,4) com uma máxima resistência à compressão para misturas de solo estabilizadas com cal. Os três métodos indicaram valores entre 3 e 4% de adição de cal para elevar a qualidade da taipa de pilão. O fato de os autores não terem obtido valores mais elevados de resistência à compressão em adições acima de 4% de cal pode estar relacionado com a não saturação da cal, já que não houve ajustes na adição de água, que permaneceu no Teor Ótimo de Água (TOA) para todas as misturas testadas.

Outra questão relevante tem a ver com o tipo de cal utilizada. Segundo Saldanha *et al* [14] a resposta mecânica varia com o tipo de cal. Os autores compararam a adição de cal, cal viva e cal hidratada no mercado e cal viva e hidratada retirada da casca do ovo e eles observaram que a resistência e a rigidez foram superiores ao usar cal de casca de ovo. Essas diferenças podem ser atribuídas, em parte, aos teores de Ca(OH)_2 e CaO presentes nas cascas do ovo, que contém quantidades significativas de óxido e hidróxido de cálcio, que promovem reações benéficas na formação de ligantes quando combinadas com materiais pozolânicos.

Por meio de um estudo a respeito da influência da cal na absorção de água, Soudani *et al* [15] concluíram que diferentes porcentagem de cal não interferem no transporte da água das paredes de taipa de pilão, entretanto os testes foram realizados antes de qualquer reação química acontecer, já que foram rompidos imediatamente após a desmoldagem dos corpos de prova.

3.3 Critério para a adição de água

Tabela 3. Método de secagem adotado por autores que moldaram corpos de prova representativos de taipa de pilão com adição de cal

Fontes Consultadas	Critério de adição de água	Tipo de secagem
[11]	14% para todas as amostras	envoltas em plástico e cura em sala úmida + submersão em água por 24 horas, 1 dia antes do rompimento
[1]	TOA	constante condições de CA. 25 °C e 40% de umidade relativa
[12]	TOA	mesmas condições ambientais (20 C±2 C e 65 ± 5% relativo umidade)
[13]	N.A.	em condições de laboratório (T = (22 ± 3)°C, RH = (80 ± 5) %)
[14]	TOA	sacos plásticos e armazenados em uma sala com temperatura controlada (23 C) por 7 dias. Em sequência as amostras foram submersas em um recipiente com água por 24 horas antes do teste de UCS
[15]	não fica claro	nenhum período de cura foi considerado

[9]	TOA	condições constantes de $94 \pm 2\%$ de umidade relativa (RH) e 21 ± 1 C de temperatura. Parte das amostras, após 28 dias foi seco em estufa a 105 C por mais 24 horas antes do teste UCS.
[3]	TOA	O autor variou o método de secagem entre três, a seguir: I - condições de temperatura ambiente e umidade relativa em espaço sem vedação - 7 a 245 dias II- temperatura ambiente e condições de umidade relativa no ambiente no molde durante 14 dias. A umidade relativa do ar na faixa de 60 a 70%. Após a desmoldagem, envoltos por filme plástico e curados sob a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar por 14 dias. III - as amostras nos moldes foram curadas dentro dos dessecadores com uma solução saturada de sulfato de potássio (K ₂ SO ₄) para manter a umidade relativa a 98%RH sob uma temperatura constante de 16 C
[7]	Foram testados diferentes valores de adição de água (de 2 a 11%)	condições atmosféricas normais
[6]	TOA	Retiradas da fôrma após 1 dia e embaladas durante 21 dias
[16]	TOA	temperatura ambiente 23 ± 2 °c

Dentre os artigos analisados, a maior parte apresenta como critério de adição de água o valor ótimo de água - encontrado por meio do ensaio de compactação do Proctor (Tabela 3). Entretanto, alguns autores utilizam valores pré-estabelecidos através de outros métodos não detalhados [11], ou utilizam valores recorrentes na literatura ou mesmo não esclarecem qual a quantidade de água utilizada.

3.4 Tipo de cura realizada

O tipo de cura/secagem dos corpos de prova moldados foi o item que mais divergiu ao longo da análise. Os métodos variaram entre curas em ambientes controlados, curas úmidas, curas a temperaturas elevadas e curas em que houve o uso de plástico para embalar os corpos de prova, como uma possível substituição para a câmara úmida [3; 6; 14] (Tabela 3).

A cura úmida tem por objetivo tornar mais lento o processo de perda de água das amostras, visto que a reação pozolânica que surge pela interação solo-cal acontece de maneira progressiva ao longo do tempo e nesse processo a hidratação da cal é essencial [9]. Outra questão impotante é evitar a carbonatação da cal nas primeiras idades, o que pode precipitar a formação de carbonato de cálcio e diminuir os valores esperados para a resistência à compressão.

Curas a temperaturas mais elevadas aumentam a velocidade das reações, o que faz com que a resistência das amostras se eleve mais rapidamente. Entretanto, Ciancio, Beckett e Carraro [9], não recomendaram esse tipo de cura pois este se difere muito dos processos reais de secagem das paredes de taipa de pilão e por isso geram resultados que não podem ser usados como comparativos.

4. Considerações Finais

O uso da cal como estabilizante para a taipa de pilão pode ser uma alternativa ao uso do cimento principalmente pela menor energia incorporada que acrescenta ao sistema. Com base na análise dos diversos artigos, a adição de água, o tipo de cura, porcentagem teor e o tipo de cal utilizados desempenham papéis significativos na resistência e na rigidez da taipa de pilão

estabilizada. O período de cura, embora muitas vezes fixado em 28 dias, pode influenciar positivamente a resistência se ampliado para tempos de cura mais longos.

A adição de água requer atenção, visto que pouca água pode não hidratar a cal e não promover as reações necessárias para a estabilização química; e a incorporação elevada de água pode aumentar o volume de poros e dificultar o processo de moldagem. É por isso que a maioria dos artigos analisados adotaram o TOA.

Em relação aos teores ideais de adição de cal, não há um consenso. Alguns autores sugerem adições menores de cal em solos mais argilosos. Entretanto, a adição de cal não parece funcionar bem em solos arenosos. O tipo de argila também influencia na eficácia da interação solo-cal. Valores acima de 8% de adição de cal são considerados pouco sustentáveis. Dessa forma, a redução da porosidade é uma estratégia para elevar a resistência sem a necessidade de um elevado aumento do teor de cal. Além disso, divergências ocorrem no método de cura, com a cura úmida prolongando a formação de ligantes, mas curas a altas temperaturas gerando resultados questionáveis.

O uso da cal na taipa de pilão, embora tradicional, não é estudada de forma exaustiva como o cimento. Esse tipo de estabilização se diferencia do cimento e por isso deve ser tratada de forma distinta. Sua utilização pode significar um aumento da qualidade das paredes de taipa de pilão com uma menor energia incorporada. Por tanto, é fundamental ressaltar a otimização dos parâmetros para a produção de taipa de pilão estabilizada com cal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ÁVILA, F., PUERTAS, E., GALLEGO, R. Experimental evaluation of the optimum lime content and strength development of lime-stabilized rammed earth. *International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, 9(3), 239–248, 2021. <https://doi.org/10.2495/CMEM-V9-N3-239-248>
- [2] ARRIGONI, A., BECKETT, C., CIANCIO, D., & DOTELLI, G. Life cycle analysis of environmental impact vs. durability of stabilised rammed earth. *Construction and Building Materials*, 142, 128–136, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.066>
- [3] ARAKI, H., KOSEKI, J., & SATO, T. Tensile strength of compacted rammed earth materials. *Soils and Foundations*, 56(2), 189–204, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2016.02.003>
- [4] FERNANDES, M. A taipa no mundo. *digitAR - Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes*, 1, 2013. https://doi.org/10.14195/2182-844X_1_2
- [5] EIJK, D. VAN, & SOUZA, V. C. M. DE. Surgimento, desenvolvimento e desaparecimento da técnica taipa de pilão no Brasil. *Conservar Patrimônio*, 3(4), 17–24, 2006.
- [6] CIANCIO, D., JAQUIN, P., & WALKER, P. Advances on the assessment of soil suitability for rammed earth. *Construction and Building Materials*, 42, 40–47, 2013. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2012.12.049>
- [7] BUI, Q. B., MOREL, J. C., HANS, S., & WALKER, P. Effect of moisture content on the mechanical characteristics of rammed earth. *Construction and Building Materials*, 54, 163–169, 2014. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2013.12.067>

- [8] KANG, S. H., KWON, Y. H., & MOON, J. Quantitative Analysis of CO₂ Uptake and Mechanical Properties of Air Lime-Based Materials. *Energies* 2019, Vol. 12, Page 2903, 12(15), 2903, 2019. <https://doi.org/10.3390/EN12152903>
- [9] CIANCIO, D., BECKETT, C. T. S., & CARRARO, J. A. H. Optimum lime content identification for lime-stabilised rammed earth. *Construction and Building Materials*, 53, 59–65, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.077>
- [10] HELENE, P. R. L. Corrosão em armaduras para concreto armado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986.
- [11] ROCHA, C. G. DA, CONSOLI, N. C., & JOHANN, A. Greening stabilized rammed earth: Devising more sustainable dosages based on strength controlling equations. *Journal of Cleaner Production*, 66, 19–26, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.041>
- [12] CANIVELL, J., MARTIN-DEL-RIO, J. J., ALEJANDRE, F. J., GARCÍA-HERAS, J., & JIMENEZ-AGUILAR, A. Considerations on the physical and mechanical properties of lime-stabilized rammed earth walls and their evaluation by ultrasonic pulse velocity testing. *Construction and Building Materials*, 191, 826–836, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.207>
- [13] FANG, S., MENG, C., ZHANG, K., HU, W., & LIU, X. New insight into the craftsmanship of sucrose-modified rammed earth-lime materials. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 21(3), 1019–1028, 2022. <https://doi.org/10.1080/13467581.2021.1928505>
- [14] SALDANHA, R. B., DA ROCHA, C. G., CAICEDO, A. M. L., & CONSOLI, N. C. Technical and environmental performance of eggshell lime for soil stabilization. *Construction and Building Materials*, 298, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.1236484>
- [15] SOUDANI, L., FABBRI, A., WOLOSZYN, M., GRILLET, A. C., & MOREL, J. C. Hydric characterisation of rammed earth samples for different lime concentrations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 143(1), 2018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/143/1/012010>
- [16] BALDOVINO, J. DE J. A., IZZO, R. L. DOS S., MOREIRA, E. B., & ROSE, J. L. Optimizing the evolution of strength for lime-stabilized rammed soil. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(4), 882–891, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.10.008>
- [17] MANIATIDIS, V., E WALKER, P. A review of rammed earth construction. Innovation Project “Developing Rammed Earth for UK Housing”, Natural Building Technology Group, Department of Architecture & Civil Engineering, University of Bath, 12, 2003.

Aplicação da escória de alto forno em misturas de terra compactada no contexto do Estado do Mato Grosso do Sul/BR

Application of blast furnace slag in compacted earth mixtures in the context of the State of Mato Grosso do Sul/BR

Aline Ferreira Gisoato, Graduanda, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

aline.gisoato@ufms.br

Karina Trevisan Latosinski, Mestre, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

karina.latosinski@ufms.br

Andrea Naguissa Yuba, Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

naguissa.yuba@ufms.br

Resumo

Buscando compreender os efeitos da inserção de escória de alto forno em misturas álcali-ativadas de terra compactada para fins construtivos (taipa de pilão), o presente trabalho objetiva avaliar amostras quanto à resistência mecânica e a formação de eflorescências. O estudo se justifica pela extração de minério de ferro no Mato Grosso do Sul e produção do resíduo siderúrgico na região, além de oportunizar alternativas ao uso do cimento Portland, que sabidamente possui alto impacto ambiental. Com isso, foram identificadas as proporções significativas para composição combinada de solo local, escória e ativadores alcalinos indicando a viabilidade de aplicação dessa solução.

Palavras-chave: Taipa de pilão; Escória de Alto Forno; Ativação Alcalina

Abstract

In order to understand the effects of adding blast furnace slag to alkali-activated compacted earth mixtures for construction purposes (rammed earth), this study aims to evaluate samples in terms of mechanical strength and the formation of efflorescence. The study is justified by the extraction of iron ore in Mato Grosso do Sul and the production of steel waste in the region, as well as providing alternatives to the use of Portland cement, which is known to have a high environmental impact. As a result, significant proportions were identified for the combined composition of local soil, slag and alkaline activators, indicating the feasibility of applying this solution.

Keywords: *Rammed earth; Blast Furnace Slag; Alkaline Activation*

1. Introdução

O emprego da terra na construção é apresentado pela abundância do material e necessidade do homem em se fixar em locais, sendo, portanto, aplicada em diversas partes do mundo [1]. A terra crua se torna potencialmente sustentável, já que muitas vezes exige pouca ou nenhuma quantidade de estabilizadores. Nesse aspecto, os geopolímeros tem se apresentado como boas alternativas ao uso do cimento Portland empregando principalmente precursores ricos em aluminossilicatos, tal como a escória de alto forno, e ativadores altamente alcalinos em um processo de polimerização [2].

A escória de alto forno (EAF) é um subproduto da produção siderúrgica que se apresenta na forma de uma substância vítrea, obtida pelo resfriamento rápido do minério de ferro com calcário e coque sob altas temperaturas. Destaca-se que a EAF é um resíduo deste processo e produzido em grandes quantidades, portanto o seu uso corrobora com a diminuição do impacto ambiental de destinação desse resíduo aproveitando o seu potencial reativo. O Estado do Mato Grosso do Sul possui uma posição de destaque na produção de minério de ferro brasileira, atrás apenas da produção dos estados de Minas Gerais e Pará [3], porém com dificuldades de escoamento dessa produção [4]. Em especial, há considerável extração na região do Morro de Urucum em Corumbá/MS, distante 425 Km da capital, Campo Grande (local de realização dessa pesquisa).

O uso da EAF associado ao cimento Portland já é uma prática usual e pesquisas atestam a melhora da resistência à compressão, do processo de hidratação e da durabilidade do concreto considerando a qualidade da escória [5]. Logo, essa pesquisa busca avaliar o efeito da adição da escória de alto forno extraída de Corumbá/MS, combinada com ativadores alcalinos sobre a resistência mecânica em misturas com solo arenoso típico do município de Campo Grande/MS. Com vistas à aplicação em taipa de pilão, buscou-se analisar também a formação de eflorescências nas amostras estudadas.

2. Procedimentos metodológicos

2.1. Caracterização dos materiais: solo e escória de alto forno

O solo utilizado foi coletado em jazida comercial do município de Campo Grande/MS em fevereiro do ano de 2024 e armazenado, após secagem em estufa, em local protegido. A caracterização do material consta no quadro 1 e cumpre os requisitos básicos para a aplicação em paredes de taipa de pilão conforme ABNT NBR 17014:2022 [6].

Quadro 1: Caracterização do latossolo vermelho de Campo Grande/MS.

Latossolo Vermelho - Campo Grande/MS		
Descrição	Resultado	Referência
Massa específica dos grãos do solo	2,741 g/cm ³	ABNT NBR 6458/2017
Classificação granulométrica	Areia 83,64 %; Silte 4,36 %; Argila 12,00 %	ABNT NBR 6502/1995
Limite de Liquidez	18%	ABNT NBR 6459/2017
Limite de Plasticidade	não plástico	ABNT NBR 7180/2016

Fonte: LATRAN, Laboratório de transportes UFMS.

O solo e a escória de alto forno foram caracterizados por difração de raios x. O equipamento utilizado foi o Difratômetro de Raios X D2 Phaser da Bruker, com computador integrado e software *DiffraPlus* EVA. A radiação empregada é Cu α com varredura angular 2 θ , tensão

30kV e corrente 10mA. Partindo das informações disponibilizadas pelo equipamento e uso dos softwares *XPertHighScore* e *Origin*, o difratograma é apresentado na figura 1. Conforme fichas catalográficas, no solo foram identificados os picos cristalinos de Hematita - Fe_2O_3 (F) entre 20 e 30 (2) e Quartzo - SiO_2 (S), além de Calcita - CaCO_3 (C). Na amostra de escória não foram identificadas fases cristalinas, comprovando sua característica amorfa e, portanto, a capacidade reativa do resíduo.

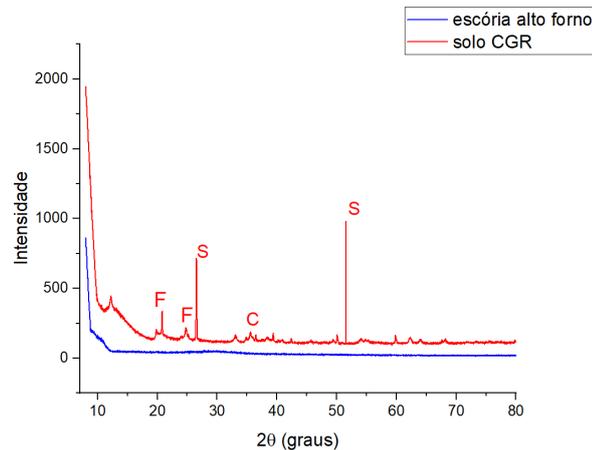


Figura 1: Difratograma do solo e amostra de escória. Fonte: Autores.

Os dois materiais foram analisados quanto ao tamanho de partícula por difração de raios laser em solução aquosa no equipamento Malvern 3000+, cuja análise de partículas varia entre 0,1 a 1000 μm . A Figura 2 apresenta a distribuição granulométrica dos materiais envolvidos, indicando um valor médio de superfície específica para a escória de 0,0346 m^2/g e para o solo de 0,343 m^2/g .

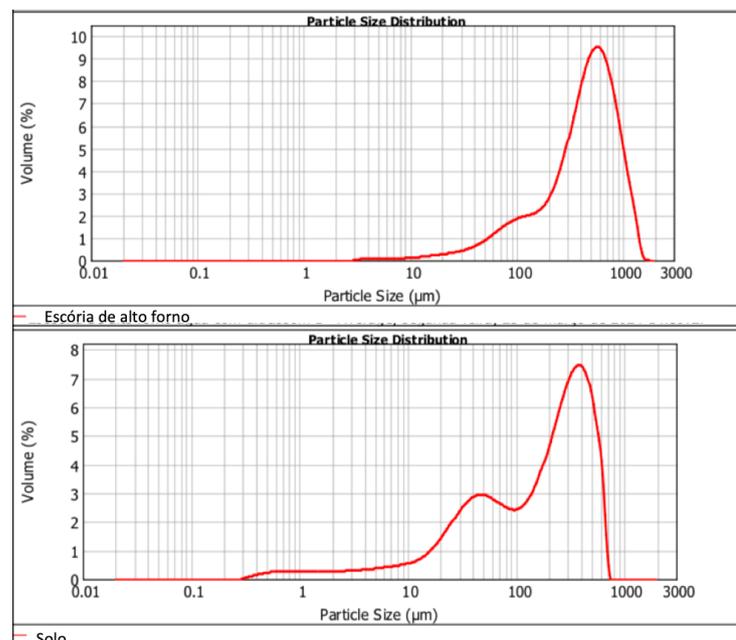


Figura 2: Distribuição do tamanho de partículas do solo e EAF por difração à laser. Fonte: Autores.

A escória utilizada foi coletada com aspecto granular diretamente na siderúrgica do município de Corumbá/MS e posteriormente separada conforme a coloração do resíduo (verde – utilizada neste estudo –, cinza e rosa), ponderando seus níveis de acidez. Segundo a siderúrgica, o material coletado ficou disposto a céu aberto, como na figura 3, por menos de uma semana. Usando o moinho de bolas, o material foi moído por aproximadamente em 2 horas, e peneirado. Somente foi utilizada a porção passante na peneira 0,07 mm - conforme NBR 7181 (ABNT, 2018).



Figura 3: Coleta; Aspecto granular da escória coletada; Aspecto após a cominuição no moinho. Fonte: Autores

2.2. Composição da mistura e moldagem dos corpos de prova

A composição dos traços foi elaborada com base nos teores encontrados na literatura e adaptados à realidade desse estudo, chegando-se aos percentuais de 3, 5, 7, 10, 15 e 25%. O ativador utilizado foi hidróxido de sódio em lascas, 96-99% de pureza de uso comercial. As dosagens foram estabelecidas em função da massa do solo, Tabela 1. Todas as misturas foram feitas manualmente e, previamente, o hidróxido de sódio foi dissolvido em água para que a temperatura da solução ficasse próxima à temperatura ambiente ao ser misturada com os materiais secos. O teor de umidade foi ajustado conforme o teste de bola da mistura.

Tabela 1: Proporcionamento dos materiais utilizados.

Amostra	Solo (%)	Hidro. Sódio (%)	Escória (%)	Água (%)
Referência	100	-	-	5,7
SE10	100	-	10	7,9
SE7	100	-	7	7,9
SE5	100	-	5	5,0
SN10	100	10	-	8,0
SN3E10	100	3	10	6,4
SN3E7	100	3	7	6,4
SN3E5	100	3	5	6,4
SN5E25	100	5	25	6,9
SN5E15	100	5	15	7,9
SN5E10	100	5	10	6,4
SN5E5	100	5	5	6,4

Fonte: Autores

Para cada traço, foram elaborados, no mínimo, 9 corpos de prova (CP) em molde cilíndrico de tamanho 5x10cm, usualmente aplicado na avaliação de argamassas. Para garantir a uniformidade e o grau de compactação, cada CP foi compactado com 3 camadas de terra e cada uma delas recebeu 26 golpes, semelhante ao ensaio normal de Proctor, conforme NBR 7182:2016.

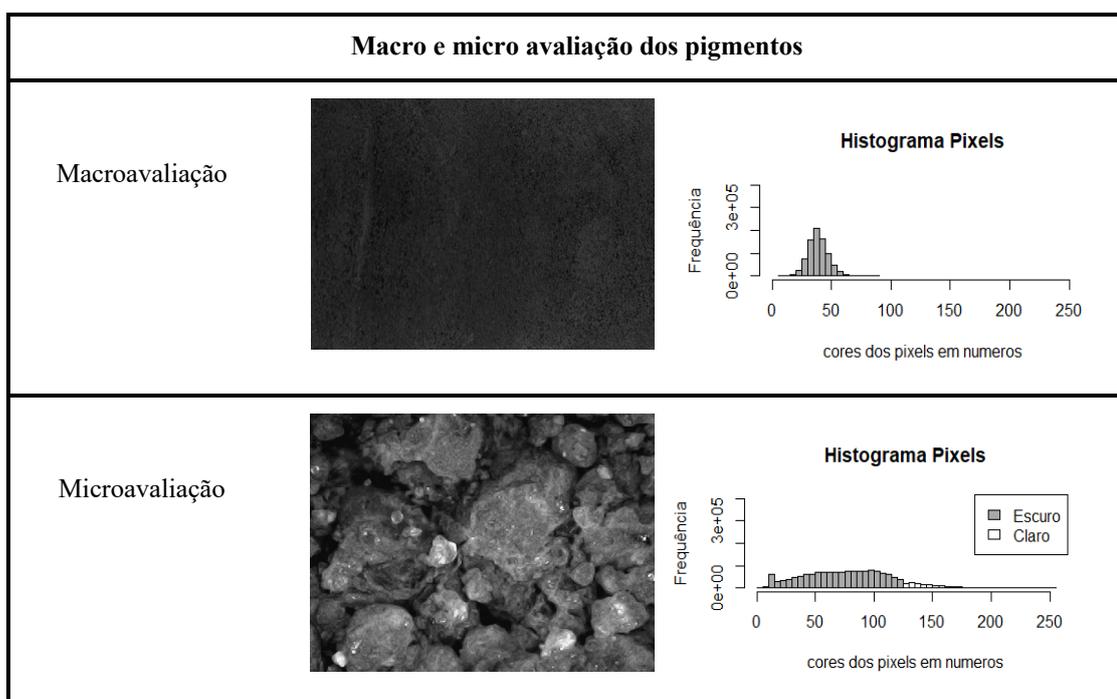
A desmoldagem dos CPs ocorreu após a finalização da compactação, e posteriormente as amostras foram acomodadas em ambiente com temperatura regulada em 30°C - temperatura aproximada à temperatura média do município de Campo Grande/MS. As condições de umidade não foram controladas, porém o ambiente de estocagem é fechado, sem aberturas externas.

2.3. Avaliação do desempenho mecânico da mistura e formação de eflorescências

Nas idades de 7 e 21 dias, os CPs foram avaliados quanto à resistência à compressão axial em prensa hidráulica normatizada, com velocidade de 0,05 KN/s. Foram rompidas 3 amostras por idade e, a partir dos resultados encontrados, avaliações estatísticas considerando a variância foram realizadas para validar as relações entre o teor de resíduo/ativador utilizado.

Todos os CPs foram fotografados com o Microscópio Zoom 1600x Cam 2.0 Mp Profissional Digital Usb e com dispositivo móvel para análise quanto a formação de eflorescências no *software* RStudio. A partir da criação de um código R, todas as imagens passaram pela análise do software resultando na quantidade de pixels brancos e pretos presentes, tanto na avaliação micro quanto macro. De forma prática: cada célula dessa imagem é um pixel, sendo atribuído 0 para preto e 255 para branco, extraindo apenas a quantidade numérica de cada um, como exemplificado no Quadro 2.

Quadro 2: Quantificação de manchas brancas nas amostras avaliadas.



Fonte: Autores.

3. Resultados e discussões

3.1. Resistência mecânica

Aos 21 dias, os CPs obtiveram massa específica entre 1,66 e 2,03 g/cm³, estando a maior parte das amostras compatível com a NBR 17014 (ABNT, 2022) que indica aplicação maior ou igual a 1,750g/m³. Após a avaliação estatística, os dados com relação ao desempenho mecânico foram agrupados na Figura 5, destacando-se a significativa progressão de resistência das amostras SN3E5 e SN5E10 aos 7 dias.

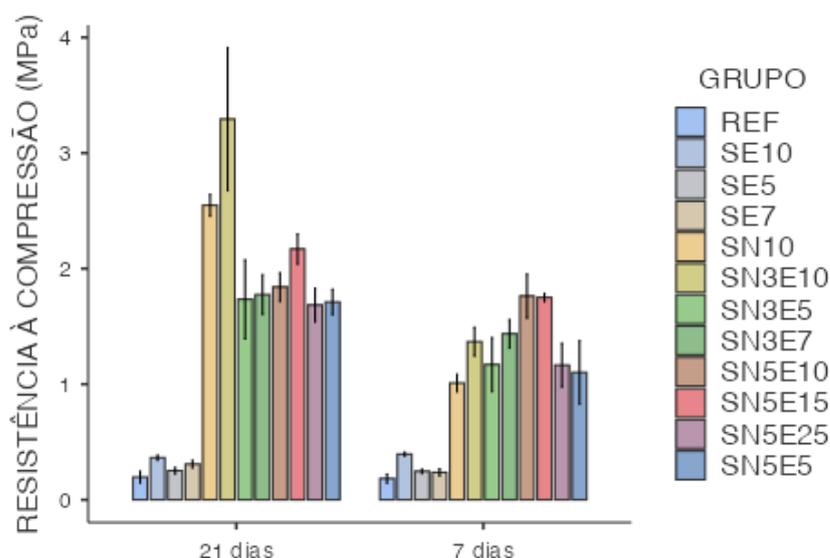


Figura 4: Evolução da resistência à compressão simples nas amostras avaliadas. Fonte: Autores.

Como esperado, observou-se que apenas a inserção de EAF não gerou ganho de resistência expressivo nas misturas (SE10 e SE5), mas quando combinada com o ativador alcalino, principalmente com baixa concentração, 3%, possibilitou uma resistência maior que o limite mínimo indicado pela NBR 17014 (2022), que é de 1,3MPa. Esse valor não foi alcançado apenas nas misturas REF, SE10, SE7, SE5 até os 21 dias.

3.2. Formação de eflorescências

A quantificação dos pixels brancos nas imagens, relacionada à formação de eflorescências, é apresentada na Tabela 2. Tal avaliação só foi possível devido ao alto contraste entre a coloração do solo utilizado e a formação esbranquiçada dos sais.

A análise visual macro e micro oferecem duas perspectivas: enquanto a análise macro se concentra nos aspectos gerais e amplos, a análise micro examina os detalhes mais específicos, aproximando-se do interior das amostras. A partir dessas abordagens, identificou-se que a amostra SN5E10, mostrou maior comprometimento com eflorescências nas duas escalas de avaliações, mas tal correlação não foi observada em todas as misturas, indicando que a saída dos sais pode não ocorrer em locais diferentes dos registrados pela imagem microscópica. Ainda, não foi identificado que a maior formação de eflorescência corresponde a valores baixos de resistência, pois nesse caso a amostra esteve entre as 4 maiores resistências avaliadas no estudo.

Tabela 2:Quantificação dos pixels nas imagens.

Amostra	Quantidade de pixel branco (255) macro - micro	Percentuais (%) macro - micro
Referência	0 - 139983	0 - 8,99
SE10	24 - 206838	0,003 - 13,30
SE7	0 - 60942	0 - 3,91
SE5	18 - 107901	0,003 - 7,00
SN3E10	21 - 395541	0,003 - 25,40
SN3E5	6 - 601179	0,001 - 38,60
SN5E25	273 - 233124	0,036 - 18,50
SN5E15	117 - 427935	0,014 - 27,50
SN5E10	453 - 817161	0,068 - 52,50
SN5E5	135 - 302973	0,020 - 19,50

Fonte: Autores.

Entretanto, o traço SN3E10 obteve maior resistência à compressão e a segunda mais baixa taxa de formação de sais entre as misturas combinadas de EAF e hidróxido de sódio, mostrando-se um potencial de aplicação nas paredes de terra. Não houve relação direta entre o aumento de resistência e a incorporação de EAF, haja vista a adição com 25% ter mais baixa resistência que a com 15% em relação a 5% de ativador. Com isso, na amostra avaliada, a relação mais promissora EAF/ativador está próxima de 3,5. Para trabalhos futuros é importante uma avaliação da composição química de todos os componentes para compreender melhor se esse efeito é químico ou físico. Ainda, o aumento das eflorescências pode ser acompanhado em outras idades ajustando tal metodologia para acompanhamento em data iniciais.

4. Considerações finais

O corrente desconhecimento sobre a possibilidade de aplicação da terra crua como material de construção destaca a importância de pesquisas que envolvam ciência e tecnologia na aplicação dos materiais envolvidos, otimizando as condições de aplicação dos recursos locais. No caso da incorporação do resíduo EAF, os testes realizados neste trabalho indicaram bom desempenho de alguns traços com ativadores alcalinos utilizados em baixas proporções (logo, baixo custo e menor impacto ambiental) e, portanto, possíveis de serem aplicados na execução prática.

Foram avaliados insumos e um resíduo disponíveis no Mato Grosso do Sul, mas que podem ser encontrados também em outros estados brasileiros com características semelhantes e, com isso, espera-se que os resultados dessa pesquisa possam viabilizar um maior número de investigações relacionados às construções de terra, em especial a taipa de pilão. Nesse trabalho, apesar de não ter sido incorporada uma avaliação relacionada aos impactos de transporte do resíduo testado, verificou-se a viabilidade de sua aplicação relacionada à substituição do cimento Portland na construção civil.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Referências

- [1] MINKE, G. Manual de construção com terra: uma arquitetura sustentável; tradução Jorge Simões. - 1. ed. - São Paulo, 2015.
- [2] DAVIDOVITS, J. Geopolyme chemistry and sustainable development. The Poly(sialato) terminology: a very useful and simple model fot the promotion and understanding of green-chemistry. Proceedings of 2005 Geopolymer Conference, 9-15p.
- [3] JESUS, C. Ferro/aço. Agência Nacional de Mineração, 2011. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?idbancoarquivoarquivo=3974. Acesso em: mar 2024.
- [4] BRITO, N. de M. Desenvolvimento econômico e mineração: uma abordagem da atividade em Corumbá, MS. Entre Lugar, n 2(4), Dourados/MS, 2011. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2198>. Acesso em: mar 2024.
- [5] CABRERA-MADRID, J. A.; ECALANTE-GARCÍA, J. I., CASTRO-BORGES, P. Resistência à compressão de concreto com escória de alto forno. Revisão do estado da arte. Revista Alconpat, v. 6, n. 1, jan, Yucatán, 2016.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014. Taipa de pilão: requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.

Impacto do Plano de Manejo e o modo de vida ribeirinho no projeto arquitetônico habitacional da APA Baía Negra em Ladário/MS

Impact of the Management Plan and the "ribeirinho" way of life on the architectural housing project of APA Baía Negra in Ladário/MS

Ana Luísa Pagnoncelli Aliaga, Acadêmica de Graduação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

ana.luisa@ufms.br

Andrea Naguissa Yuba, Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

naguissa@gmail.com

Karina Trevisan Latosinski, Mestre, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

karina.latosinski@ufms.br

Resumo

A moradia é um direito fundamental de qualquer cidadão para uma vida digna. Nesse viés, este trabalho teve o objetivo de identificar os fatores que interferem sobre as decisões de projeto para o desenho das habitações da população ribeirinha da Área de Proteção Ambiental Baía Negra. O método foi: revisão bibliográfica; levantamento de dados, por questionários e visitas; e relatos dos profissionais que atuaram nos projetos de assistência técnica para habitação de interesse social. Um conjunto de fatores que interferiram no processo de processo foi identificado e sua sistematização pode colaborar para um detalhamento maior no plano de manejo da Unidade de Conservação.

Palavras-chave: Moradia; Unidade de Conservação; Arquitetura; ATHIS

Abstract

Housing is a fundamental right of every citizen for a dignified life. So, the aim of this study was to identify the factors that interfere with project decisions regarding the housing design for the "ribeirinho" population of Baía Negra Environmental Protection Area. The method used was: a literature review; data collection through questionnaires and visits; and reports from the professionals who worked on the social housing technical assistance projects. A set of factors that interfered in the process was identified and their systematization can contribute to greater detail in the Conservation Unit's management plan.

Keywords: Home; Conservation Unit; Architecture; ATHIS

1. Introdução

O termo ribeirinho é derivado da palavra "ribeiro", a qual significa “pequeno curso de água” [1], elemento que está intrínseco à imagem dessas pessoas. No entanto, não se restringe apenas ao lugar para sua definição, pois possui um modo de vida único, que consiste nas atividades de “exploração dos recursos naturais, na ocupação e apropriação do território, identidade cultural simbólica, crenças e valores” [2].

Grupos de ribeirinhos também são reconhecidos como comunidades tradicionais, devido aos recursos naturais e o território no qual estão inseridos serem de extrema importância para suas tradições e identidade. De acordo com o Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras [3], aproximadamente, 88% das Unidades de Conservação (UC) estudadas tinham a permanência de populações em seus territórios e, dentre essas, 49% eram comunidades tradicionais. As UCs são regiões com características naturais importantes, tendo como objetivo a limitação e conservação da área, através de uma administração especializada. Atualmente, correspondem a 2.945 unidades no Brasil, em uma área total protegida de 258.882.911 hectares [4].

O Plano de Manejo (PM) é um documento obrigatório a toda UC, que contém os “objetivos gerais da UC, seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade” [5]. Isso quer dizer que o Plano é uma ferramenta produzida a partir das peculiaridades de cada região, regulamentando—a com atividades que são aprovadas e as que são proibidas. Ainda, diante da presença de habitações em certas UCs, o Decreto Federal nº 4.340 dispõe que “fica proibida a construção e ampliação de benfeitoria sem autorização do órgão gestor da unidade de conservação” [6], o que gera um maior controle das obras a serem realizadas na região, mas que torna mais burocrática a realização de até mesmo pequenas intervenções para manutenção das residências.

Registrada como uma UC desde 2010 pelo Decreto 1.735 [7], a comunidade ribeirinha da Área de Proteção Ambiental Baía Negra está em uma área de 5.420,5818 hectares, consagrada como a primeira Unidade de Conservação de Uso Sustentável no Pantanal [8]. É situada na cidade de Ladário/MS, distante cerca de 10km da área urbana e às margens do Rio Paraguai (Figura 1). O acesso pode ser feito por terra, pela rodovia estadual MS-428, que se inicia no monumento do Portal de Corumbá ou pelo Rio Paraguai.

Pelas imposições legais, ambientais e culturais, o projeto das habitações nesse lugar segue parâmetros diferentes do projeto das habitações urbanas. Por isso, a comunidade ribeirinha da APA Baía Negra é o enfoque deste trabalho, que teve o objetivo de identificar os fatores que interferem sobre as decisões de projeto para o desenho das habitações da população ribeirinha da Área de Proteção Ambiental Baía Negra.

2. Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso, que teve o intuito de identificar as peculiaridades da população-alvo pela observação participativa [9], a fim de avaliar os impactos destas e das legislações no projeto arquitetônico habitacional. Para tanto foram estruturadas as seguintes etapas:

- revisão bibliográfica: consulta à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, para a busca de conceitos, e legislações nacionais, para verificar os marcos legais pertinentes;
- levantamento prévio: foram coletadas informações da Assistência Social municipal e demais setores públicos, além de registros históricos e científicos da região;
- visita ao local: levantamento nas residências dos moradores da APA Baía Negra, para coleta de dados, com questionários e o uso de mapas;
- entrevistas: aplicação oral de questionários com os moradores, buscando identificar o cotidiano, atividade da pesca, cuidados à saúde, as atividades diárias das crianças.
- coleta de relatos profissionais: foram coletados os dados obtidos por 11 arquitetos e urbanistas participantes de um projeto de ATHIS na comunidade.
- sistematização de dados: consulta aos órgãos que atuam na APA e aos moradores para verificar a veracidade e complemento de dados, uniformização de termos e validação das respostas;
- produção de mapas e infográficos: os resultados foram apresentados em três eixos: (1) orientações e restrições sobre construções no Plano de Manejo da APA Baía Negra; (2) caracterização social, econômica e geográfica; (3) caracterização das habitações existentes.

Essas etapas foram realizadas entre janeiro de 2023 a março de 2024.

3. Resultados

3.1. Orientações e restrições sobre construções no Plano de Manejo da APA Baía Negra

Por ser configurada como uma UC, é necessário que a APA tenha um Plano de Manejo, ferramenta de organização da unidade, através de normas e órgãos ambientais gestores. O documento produzido para a APA da Baía Negra contém três encartes que especificam as características do ecossistema local, socioculturais, estratégia de manejo e projetos a serem realizados [8].

Esse plano apresenta restrições para atividades a serem executadas na APA e as que possuem relação com construção civil estão ligadas ao processo de ocasionar a aceleração dos processos erosivos, perda de fertilidade natural dos solos, ou degradação dos recursos hídricos [10]. As atividades potencialmente poluidoras ou que utilizem recursos naturais dependem da autorização do Conselho Gestor da APA. A ocupação do solo em áreas de risco e o descarte inadequado de resíduos sólidos são pontos destacados e que demandam intervenção na infraestrutura básica, para conseguir dar melhores condições de habitação e em locais seguros.

O documento cita que foram realizadas oficinas em conjunto com instituições públicas, habitantes da UC e entorno, agentes da prefeitura, entre outros, de modo que sejam ouvidas opiniões, necessidades e debates sobre tópicos relacionados à região. Numa dessas reuniões é relatado que os moradores demonstraram apreensão sobre a qualidade de vida na APA com a aplicação do plano, visto que há limitação de atividades de subsistência e serviços, como a proibição da criação de animais de grande porte [10].

No PM ainda foi prevista a construção de casas-modelos para adequar as casas dos ribeirinhos, associado a um sistema de saneamento básico. A casa padronizada deveria seguir os ideais da sustentabilidade de respeito ao entorno, havendo uma definição de fachada, materialidade, e destino de resíduos. O sistema construtivo pode variar de acordo com a implantação, com o uso de palafitas ou sistema seco, e há possibilidade de adequação conforme a necessidade do indivíduo. Contudo, tal projeto publicado em 2016, no encarte III, não foi implantado até o presente momento[10].

As obras são uma das maneiras de oferecer melhores condições de vida às famílias, além de promoverem atividades comerciais (melhor infraestrutura para receber turistas), diminuindo a falta de banheiro, cozinha e depósito para guardar apetrechos de pesca. Conforme o PM, cada proposta de construção civil deve ser apresentada (1) à comunidade, (2) ao Conselho Gestor da APA, (3) à Secretaria de Patrimônio da União/Ministério Público do Mato Grosso do Sul. Tais procedimentos existem para evitar a expansão de cada casa, para definir a demolição das residências (ou parte delas), evitando a geração de entulho e o aumento de área compactada e impermeável. Além dessas questões, não são apresentadas restrições acerca de materiais ou de processos construtivos no respectivo documento.

3.2. Caracterização social, econômica e geográfica

Cada indivíduo ribeirinho que reside na APA Baía Negra (Figura 1) possui um Termo de Autorização de Uso Sustentável (TAUS) concedido pela Secretaria do Patrimônio da União no Estado de Mato Grosso do Sul - SPU/MS, o que permite o usufruto das terras e a realização de atividades para seu sustento. Esse termo não concede a posse da terra, contudo, autoriza a permanência na região da Unidade de Conservação, sendo restrito ao beneficiário titular e possibilitando apenas a prática das atividades elencadas no termo.

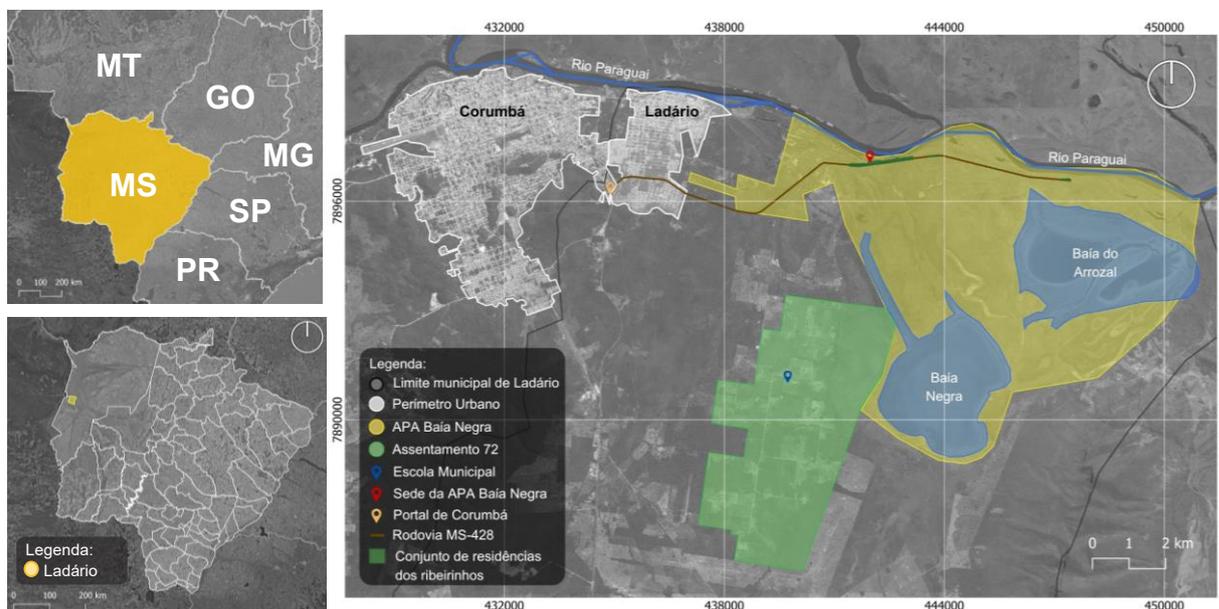


Figura 1: Proximidade da APA Baía Negra em relação às áreas urbanas de Ladário e Corumbá. Fontes: Rodrigues (2023); Prefeitura Municipal Ladário (2016). Elaboração cartográfica autoral.

O início da ocupação da região da APA Baía Negra foi no transcorrer dos anos 70 (figura 2) pela implementação do projeto Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PRODOESTE), que visava desenvolver a agropecuária nesta região. Todavia, no final da

década, ocorreu sua paralisação, por conta da escassez de recursos. Com isso, novos habitantes foram ocupando desordenadamente as proximidades da estrada da CODRASA (atual Rodovia MS 428), paralela às margens alagáveis do Rio Paraguai e dentro da área de conservação, o que ocasionou conflitos pela posse da terra[8].

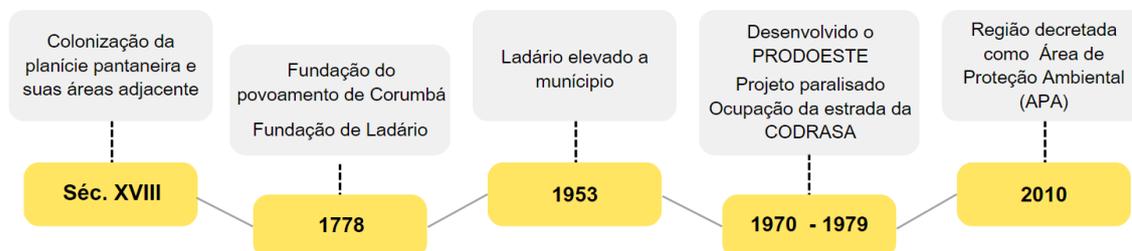


Figura 2: Linha do tempo do processo histórico da ocupação da APA Baía Negra. Fonte: Ladário (2016).
Fonte: elaborado pelos autores

A população da APA é formada por aproximadamente 38 famílias (a quantidade varia em função da época do ano, doenças, desmembramentos das famílias, entre outras razões), com pessoas de diversas faixas etárias, mas com maioria de homens acima dos 50 anos, conforme figura 3. Dos atuais residentes, 35% já vivem no local há pelo menos 10 anos.

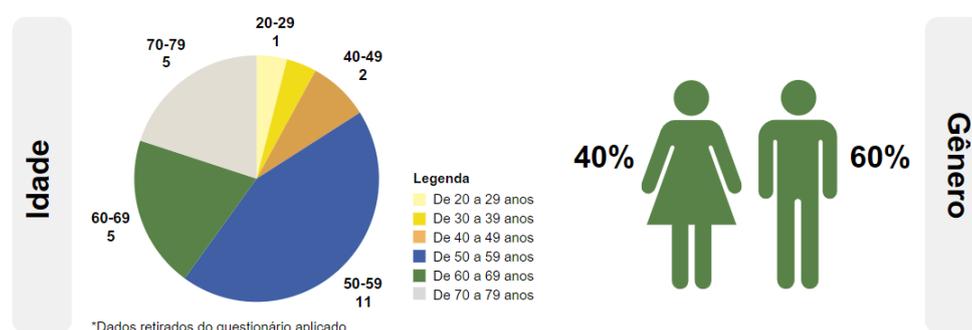


Figura 3: Idade e gênero dos ribeirinhos da APA Baía Negra. Fonte: elaborado pelos autores.

As residências da APA estão localizadas à beira da estrada (Figura 4), por ter uma cota mais elevada em relação ao Rio, protegida dos alagamentos provenientes das cheias. Além disso, tais habitações se encontram mais concentradas na parte em que a estrada se aproxima do curso fluvial (cerca de 45m), em razão da maioria dos ribeirinhos serem pescadores ou priorizarem um acesso mais fácil a ele. Em contrapartida, aqueles que não tiram sustento do Rio, optaram ou foram alocados em residências mais afastadas do Rio.



Figura 4: Localização das habitações na APA Baía Negra. Fonte: Google Earth, 2023.

A organização social da comunidade da APA Baía Negra, é de associação, tradicionalmente formada por lideranças femininas, com as atribuições de: reunir a comunidade e contribuir para o seu avanço, propagar a importância da conservação do bioma pantaneiro, incentivar a capacitação profissional e buscar por conhecimento/oportunidades para os moradores.

Dentre as atividades econômicas realizadas pelos ribeirinhos, foi pontuado que: 23,50% trabalham em atividades de turismo na região; 26,5% dos moradores produzem e comercializam doces e artesanatos; 38,20% dos grupos familiares realizam atividade de pesca como atividade principal de comercialização ou para complemento de renda; 11,8% dos moradores recebem auxílios governamentais ou benefícios econômicos.

Acerca da infraestrutura básica, a comunidade tem acesso à energia elétrica, mas não tem acesso ao tratamento de esgoto e à água potável em rede. A água potável é fornecida por carro-pipa financiado pela Prefeitura Municipal, que disponibiliza água semanalmente, enchendo reservatórios improvisados que ficam na beira da estrada. O abastecimento das casas é feito com baldes ou bombas manuais.

A procura pelo auxílio médico não é realizada com frequência devido à distância e ao modo de vida isolado de parte dos ribeirinhos, entretanto, na comunidade há moradores não ribeirinhos e que são agentes de saúde, o que proporciona algum grau de acompanhamento e a realização de campanhas de vacinação.

3.3. Caracterização das habitações

Nas moradias, os ribeirinhos têm utilizado materiais de fácil montagem e transporte (como chapas metálicas e chapas de madeira) havendo também casas em alvenaria, construídas por habitantes diversos, em períodos diferentes, desde a ocupação do lugar [11].

Nem todos os materiais empregados são adequados para o uso destinado (paredes, cobertura) ou foram executados da maneira apropriada, gerando ambientes insalubres e precários (Figura 5). Há falta de material adequado, carência de técnicas de construção corretas, carência de recursos e entendimentos equivocados sobre as restrições de construção no lugar, o que reproduz diversos erros de execução [12].



Figura 5: Residências dos ribeirinhos da APA Baía Negra. Fonte: elaborado pelos autores.

Vigente desde 2023, o projeto Casa Eco-Pantaneira proposto pela parceria entre Sindicato dos Arquitetos e Urbanistas de Mato Grosso do Sul (SindarqMS), Universidade Federal de

Mato Grosso do Sul (UFMS), ONG ECOA (Ecologia e Ação) e Secretaria de Patrimônio da União (SPU), com patrocínio do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU/BR), visa elaborar projetos de melhorias arquitetônicas para 30 moradias [13]. Nesse âmbito, com base na Lei da Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS), a ação realizou um levantamento que identificou que muitas habitações não têm condições de aproveitamento para reforma, necessitando serem demolidas e reconstruídas.

Os principais problemas/manifestações patológicas encontradas foram: degradação (ou até ausência) da estrutura; fissuras e trincas generalizadas; falta de segurança contra a entrada de animais silvestres e insetos; falta de acessibilidade com desníveis e irregularidades no piso; má execução ou infiltrações ou uso inadequado de materiais no telhado; desconforto térmico; ambientes que não atendem às dimensões mínimas; manchas de umidade ou degradação das paredes e junto ao piso; umidade excessiva com estufamento de reboco; erosão do solo próximo a fundação. Essas questões, somadas aos desejos manifestados pelos moradores (Figura 6), foram trabalhadas pelos arquitetos e urbanistas no projeto das habitações.

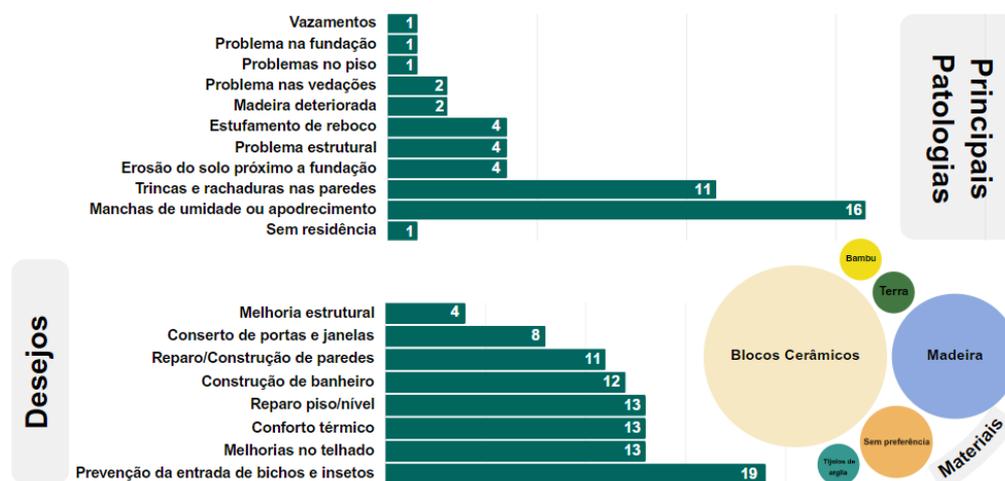


Figura 6: Principais patologias e principais desejos dos moradores. Fonte: elaborado pelos autores.

3.3.1 Os impactos no projeto das habitações

Os programas de necessidades foram estruturados para cada morador diante das suas prioridades, dos espaços fundamentais no cotidiano elencados e de acordo com o número de habitantes por residência. Materiais leves e pré-fabricados foram sugeridos e discutidos em grupo, assim como os pouco processados, mas o manifesto desejo dos moradores por alvenaria e a pré-existência de ambientes nas casas já construídos em alvenaria, e com relativa qualidade, fez com que a alvenaria de blocos cerâmicos tenha sido a técnica mais adotada nos projetos.

Foram desenvolvidos 30 projetos arquitetônicos, entre construções e melhorias, em desenhos técnicos, orçamentos, maquetes eletrônicas e físicas, considerando as condições ambientais locais e layouts estratégicos para melhorar o conforto ambiental e aproveitamento da paisagem.

Os projetos contam, em sua maioria, com: varandas teladas, para proteção contra a entrada de insetos (muito presentes no local) e animais silvestres; ventilação cruzadas nos ambientes, assim promovendo o fluxo natural de ar; antecâmara para "filtrar" a entrada de

mosquitos, presentes na época chuvosa; espaços para armazenar os utensílios de pesca; sala como um ambiente opcional, devido a presença de varandas. Para o tratamento de esgoto, foi discutida coletivamente a implantação do tanque de evapotranspiração e círculo de bananeiras [14], já que não há previsão de execução de qualquer forma de tratamento por parte da administração pública.

Duas das casas foram escolhidas para demonstração, às custas do fomento do projeto Casa Eco Pantaneira. A primeira obra utiliza blocos de terra comprimidos (BTC) e tem a finalidade de mostrar a viabilidade técnica do uso de materiais alternativos (neste caso a terra) para a comunidade e gestores. Ambas têm área reduzida (até 42m²) e aproveitam aterro e fundação existentes para evitar o aumento de área compactada e impermeabilizada na APA.

A segunda obra utilizará técnica convencional de alvenaria de blocos cerâmicos, mas prevê pintura exterior à base de terra. Algumas paredes serão executadas com sistemas não convencionais, apresentando aos ribeirinhos as possibilidades do uso da terra na construção e suas potencialidades de modo prático. Tal projeto é uma oportunidade para divulgar a vida ribeirinha do interior do MS e a construção com materiais mais sustentáveis, além de expor a APA e suas potencialidades.

5. Conclusão

O modo de vida de cada morador influencia diretamente na organização habitacional, devido às particularidades do seu viver, profissão, atividades de lazer e quantidade de moradores por residência, sendo necessário que o projeto satisfaça os desejos e necessidades.

O projeto de ATHIS tem conseguido não apenas atender ao imposto pela legislação, como também introduzir novas estratégias para reduzir o impacto ambiental. No caso de ATHIS em UCs, como a APA Baía Negra, o PM local é um instrumento para disciplinar essas ações, mas carece de mais detalhamentos relacionados às habitações para melhor orientar toda e qualquer ação desenvolvida, além de alertar para questões específicas do sítio e ameaças.

Entende-se que a sistematização dos resultados possa ser utilizada como uma direção para a revisão do Plano de Manejo da APA Baía Negra, pois identifica anseios e possíveis melhorias nas habitações para a população ribeirinha, conciliando sustentabilidade e as normativas existentes. Logo, destaca-se a importância do cumprimento do direito constitucional à moradia, beneficiando uma comunidade bastante isolada com dignidade habitacional, bem como enfatiza a necessidade da preservação ambiental em conjunto com o desenvolvimento local.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 3YLIP.230623.

Referências

- [1] HOUAISS. Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009
- [2] BATISTA, S. S. M.. Cultura Ribeirinha: a vida cotidiana na Ilha do Combu/Pará. In: V Jornada Internacional de Políticas Públicas, São Luís/MA, 2011.

- [3] ARRUDA, R. “Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação. **ANPPAS - Revista Ambiente e Sociedade**, n. 5, 1999, 15p. DOI: 10.1590/S1414-753X1999000200007.
- [4] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. 2024. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMGNmMGY3NGMtNWZlOC00ZmRmLWExZWItNTNiNDhkZDg0MmY4liwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBlNyJ9&pageName=ReportSectione0a112a2a9e0cf52a827>. Acesso em: mar. 2024.
- [5] SNUC, 2000. Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Diário Oficial da União 138(138) 45-47.
- [6] BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 ago. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm. Acesso em: mar. de 2024.
- [7] CAMPOS, L. APA Baía Negra. **ECOА**, 2021. Disponível em: <https://ecoа.org.br/apa-baia-negra/#:~:text=APA%20Ba%C3%ADa%20Negra%20%C3%A9%20o,paisagens%20exuberantes%20e%20vastid%C3%A3o%20ecossist%C3%A4mica>. Acesso em: fev. de 2024.
- [8] PREFEITURA MUNICIPAL DE LADÁRIO. **Plano de Manejo APA Baía Negra: Encarte I Caracterização Geral da APA Baía Negra**. 2016. Disponível em: <https://ecoа.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Encarte-I-Plano-de-Manejo-APA-Ba%C3%ADa-Negra-ok.pdf>. Acesso em: jan. 2024.
- [9] BRANSKI, R.; FRANCO, R.; LIMA JR, O.. Metodologia de estudo de casos aplicada à logística. In: XXIV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. **Anais...** Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2010.
- [10] PREFEITURA MUNICIPAL DE LADÁRIO. **Plano de Manejo APA Baía Negra: Encarte III Planejamento da APA Baía Negra**. 2016. Disponível em: <https://ecoа.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Encarte-III-Planejamento-Baia-Negra-ok.pdf>. Acesso em: jan. 2024.
- [11] PREFEITURA MUNICIPAL DE LADÁRIO. **Plano de Manejo APA Baía Negra: Encarte II Diagnóstico Ambiental da APA Baía Negra**. 2016. Disponível em: <https://ecoа.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Encarte-II-Plano-de-Manejo-APA-ok.pdf>. Acesso em: jan. 2024.
- [12] JUNIOR, J. A. de O.. Arquitetura Ribeirinha sobre as águas da Amazônia: o habitat em ambientes complexos. **Dissertação** (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 204p.
- [13] SINDARQ MS. **Sindicato dos Arquitetos e Urbanistas de MS**. Disponível em: <https://sindarqms.com.br/2023/07/06/casa-eco-pantaneira/>. Acesso em: mar. de 2024.
- [14] PAULO, P.; GALBIATI, A.; FILHO, F.. **CataloSan: catálogo de soluções sustentáveis de saneamento - gestão de efluentes domésticos**. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/552>. Acesso em: jan. 2024

Bioclimatic performance in commercial spaces in Rio de Janeiro and Lisbon

1ª Quaresma, Ana Luisa de Carvalho

analuquaresma@gmail.com

2º Bastos, Jorge de Novais

Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Portugal

jnbastos@fa.ulisboa.pt

3rd Guedes, Manuel Correia

Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal

mcguedes@civil.ist.utl.pt

Abstract

The retail sector significantly impacts urban economies, but often exhibits high energy consumption and resource usage, contributing to carbon emissions. These practices, aimed at enhancing sales through pre-established thermal and lighting patterns, contribute substantially to carbon emissions. This study investigates how architectural design can align with environmental and management goals in retail. By analyzing retail management dynamics and environmental issues, it evaluates sustainable energy solutions. These findings emphasize the need for more energy-efficient buildings with improved thermal and visual comfort and reduced reliance on mechanical systems. Advocating sustainable architectural practices in retail, this study underscores the importance of addressing environmental concerns and optimizing energy management for future growth and sustainability.

Keywords: *3 Retail architecture, Bioclimatic architecture, Energy consumption,*

1. Introduction

This study is part of doctoral research that proposes a simplified method for assessing the sustainability of commercial spaces, while also conducting a critical analysis of bioclimatic performance and its associated consumption. The primary objective of this method is to foster significant improvements in the physical environment of stores by adopting more efficient architectural solutions and construction practices.

A thorough observational analysis was conducted to examine the integration of form and function in commercial spaces as well as the construction techniques employed and relevant architectural details. The impact of construction efficiency was assessed through on-site conversations with employees and customers, with the aim of understanding comfort and discomfort indoors.

Predominant management patterns that compromise the bioclimatic performance of buildings and energy consumption in the study area were identified. To do so, it is necessary to examine the architectural typology used in stores located in regions with different climates, solar orientations, and cultures.

Throughout the research, similarities and differences in the construction of commercial spaces as well as the architectural typologies and strategies most commonly used to achieve a satisfactory level of comfort were identified.

2. Materials and Methods

This study, conducted until 2022 in the cities of Rio de Janeiro, Brazil and Lisbon, Portugal, aimed to identify pertinent and valuable information for the specific scope of analysis. This involved evaluating built spaces, identifying predominant typologies, and understanding the typical local architecture of commercial spaces in each region, thus contributing to knowledge organization.

Various aspects were addressed in this study, from the urban layout to the climatic context, and the thermal performance of commercial spaces. Our focus was to understand the existing architectural strategies aimed at achieving the necessary comfort and identifying possible improvements to optimize the performance of these typologies. We also explore the formats of retail spaces, the processes of buying and selling, and their influence on retail space.

To support this analysis, we consulted a variety of resources including scientific articles, manuals, textbooks, e-book chapters, and theses. All of these sources played a fundamental role in understanding the built environment in the areas under analysis, contributing to a comprehensive and well-founded approach.

Due to the scarcity of available data on commercial spaces in Brazil and Portugal, we adopted an unstructured observational research methodology. Our aim was to understand the dynamics of these spaces by investigating behavioral, social, and cultural phenomena in their natural context. The approach focused on the interior comfort of commercial spaces, promoting holistic interactions within built environments and enabling an iterative learning process.

The collected data were interpreted through a more subjective analysis, with the aim of identifying patterns, meanings, and emerging insights. Nevertheless, some aspects have been quantified in a structured manner to enrich our understanding.

3. Area of analysis

This analysis focused on two densely urban residential areas that evolved into commercial hubs since the 1950s: Avenida de Roma in Lisbon and Avenida Ataulfo de Paiva and Avenida Visconde de Pirajá in Rio de Janeiro. During this period, buildings were designed with little consideration for climate and energy efficiency despite advancements in technology. Various retail types were observed, with the predominant presence of gallery stores, which integrate public promenades into their interiors and rely on the building's infrastructure for water and energy supply.

Despite differences in territorial dimensions, both cities exhibit similar commercial urban areas characterized by significant trade growth, high purchasing power among residents, and dense populations (Rio de Janeiro: 5,556 inhabitants/km²; Lisbon: 5,455 inhabitants/km²). The energy consumption in both regions is noteworthy, with trade being the highest consumer, primarily reliant on electricity. In Portugal, the construction industry contributes significantly to energy consumption and greenhouse gas emissions, with buildings responsible for up to 30% of the emissions, mainly CO₂ [1], (2), and (3).

4. Climatic context

The global energy crisis and climate change pose significant concerns, particularly in Lisbon and Rio de Janeiro, where extreme weather events, such as floods and fires, are increasingly frequent (4) and (5).

Lisbon has a Mediterranean climate with hot, dry summers, mild, humid winters, and a high thermal amplitude. Rio de Janeiro is hot and humid year-round, with temperatures varying by 6.8°C annually. Stores typically operate from 10 am to 10 pm, with Lisbon's milder temperatures interrupted by uncomfortable summers and winters exacerbated by humidity. Rio de Janeiro faces extreme summer heat but enjoys pleasant winters. Altitude influences these climate differences, with Lisbon being colder because of its higher elevation. Understanding these climates is crucial to ensure comfort and air quality during store operating hours (6), (7), (8), and (9).

5. Indoor Comfort

A pleasant indoor environment is crucial for customer satisfaction and commercial success. Achieving thermal comfort is essential for operational success (10).

However, conventional standards such as ASHRAE or ISO may not suit diverse climates, leading to widespread air-conditioning use even in warmer countries. Evidence suggests that people in warmer climates prefer higher temperatures, which challenges conventional standards (11) page 71.

Conversations with employees and customers in Lisbon revealed the need for cooling on hot summer days and heating in winter. It is necessary to use constructive passive heating strategies to minimize cold temperatures and humidity, whereas in Rio de Janeiro, passive cooling strategies are essential year-round. Adaptations of the thermal comfort criteria are necessary to suit diverse climatic contexts.

6. Aspects of retail

Retail is an important field of study because of its impact on the economy, its functions in distribution, and its relationship with businesses that sell goods and services to retailers for their resale or use (12) Page 25. Retailers are the main contacts between manufacturers, wholesalers, and consumers, which is the last step in this process, making the exchange between them more efficient as well as being able to add value to them [18] pages 27 and 28.

According to Quartier, K. to [20], one of the primary objectives of retail is to achieve a store's financial viability and longevity. Implementing design solutions is essential for maximizing sales per square foot. Creating an atmosphere conducive to selling not only fosters experiences that increase the likelihood of making sales, but also exerts a strong influence on consumer buying behavior. In addition, prolonging the stay of shoppers in stores tends to stimulate impulse purchases, thus contributing to increased sales [20],

Therefore, the layout needs to be designed according to managers' requirements, and it is essential to design it strategically to maximize merchandise exposure, explore all internal walls, stimulate circulation and attract customers throughout the store, and promote safety for the operating store [20] page 56, [21],[23] page 431.

These attitudes are focused on better management of a retail business and leave aside any strategy related to green buildings certified as the most used in the world, such as the Green Building Council's LEED systems in the USA and United Kingdom, the BREEAM system, or bioclimatic architecture. adopted passive construction strategies [23].

6.1. Site analysis, store location and orientation

To meet the management criteria, the location of a store is one of the determining factors for its success and is one of the most expensive operations. In most cases, the best location is in urban centers (15).

Furthermore, to meet environmental criteria, it is vital to understand the solar orientation of the commercial space, that is, the way the sun falls, throughout the day and year, on building (11) page 22, as well as its wind regime. In hot climates, it is essential that the implementation of a store consider the wind regime for efficient ventilation and a consequent improvement in indoor comfort (16) page 32. These are the most important environmental factors for the design of high-performance commercial spaces.

By analyzing the solar orientation of Avenida de Roma, situated along the north-south axis, it was observed that all the buildings along this road were. However, there are no fixed construction elements intended to provide shading, which exposes them to morning solar influence on the east side and afternoon solar influence on the west side. During summer, shops situated on the west side of the avenue are particularly affected by intense heat, especially in August.

In the commercial area of Rio de Janeiro, the avenues are aligned in an east-west direction. Consequently, sun exposure is constant throughout the year during the hours when stores are open. In summer, the sun's incidence reaches its peak, affecting both sides of the road, whereas in winter, the southern portion of the road remains shaded.

Knowing the climate, location, and solar orientation of the analysis area and identifying the prevailing patterns to achieve good management will help identify the best solutions and minimize energy consumption.

7. Retail management patterns

7.1 The main retail paradigm

The main paradigm is the habit of keeping store doors open to communicate with customers that they are open to. They are designed to communicate free access, impress, attract people, and entice them to enter a store and walk around. The exterior of a store is designed to attract consumers, and the interior to impress them and keep them close to the products for as long as possible possible (17) pages 31 and (14) page 118.

Research shows that to attract customers and reduce the psychological barrier, retail stores and shopping malls often adopt this use, translating into large energy consumption, as the machines need to work at high power. Statistics prove that this expense can be four to eight times higher than that of an enclosed space [12].

It was observed that, in the two areas of analysis, there were already stores that made use of automatic doors. This system is highly effective because it preserves the cooled/heated air. In Lisbon, it is already used in food stores, in Rio de Janeiro in shopping malls, and punctually in small shopping centers. There are also stores that make use of wind curtains; this is an efficient system, but it is rarely used in smaller stores, which are the vast majority in the two areas of analysis.

7.2 The second retail paradigm

The retail paradigm of a single entrance streamlines management and enhances security, whereas multiple entrances can disrupt client flow and pose security risks (18) page 463., (19) page 64, (14) page 133.

However, this design hinders natural ventilation in larger spaces, necessitating reliance on mechanical systems for climate control (14) page 120. Unlike department stores, which often have multiple entrances but remain closed, smaller shops prioritize exclusivity, further limiting natural airflow [21].

Consequently, many stores suffer from stale air and humidity issues, particularly in regions like Lisbon and Rio de Janeiro with varying climatic challenges (20) page 48.

While one-sided ventilation may suffice for small shops, larger establishments benefit from cross-ventilation, achieving better air circulation and comfort (11) page 56.

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010 outlines ventilation requirements, but existing HVAC systems in rented spaces often fall short, compromising comfort and energy efficiency [26], page 244 and [27].

Thus, it's imperative to rethink ventilation strategies to ensure optimal indoor air quality while minimizing energy expenditure, especially in spaces already equipped with HVAC

7.3 The third retail paradigm

The third paradigm is the creation of a pleasant thermal environment, recognized as one of the main human physiological demands as per (20) page 141.

Store interiors should be designed to provide an ideal environment in which customers can shop comfortably while promoting employee productivity and performance without interference from noise, humidity, or unwanted odors. Obtaining a pleasant shopping

environment emerges as a determining factor for the success of a commercial space; thus, ensuring thermal comfort in this context is essential for the success of operations according to (21) page 69.

Another important aspect of comfort concerns the degree of control that employees have over the environment, especially regarding air temperature. During visits to the stores surveyed, the author observed that in the vast majority of large stores, this control was inaccessible, resulting in discomfort and reduced worker productivity (20) page 50.

It is essential to comment on the lack of planning for these stores to adapt to the current refrigeration and heating systems, which causes visual pollution and acoustic discomfort.

There are also stores that do not have an HVAC system installed and make occasional use of portable air conditioning, especially in the summer, which has an energy expenditure almost double that of standard air conditioners.

7.4 The fourth retail paradigm

Finally, another essential paradigm is the need to make the store stand out among its peers using artificial lighting, which is highly valued because it promotes the prominence of merchandise and increases sales [21] and [24] page 458.

According to several studies, [27] page 222, (22) page 8. Studies have shown that store areas lit by natural lighting exhibit increased sales.

According to Mesher, L. [21], consumers found lighting to be brighter, more comfortable, and more pleasing to the eye, significantly increasing sales as well as the number of items sold, including daylight through skylights.

The perception of color is crucial for attracting buyer attention and influencing merchandise sales. Lighting plays a fundamental role; without it, there is no color. The quality of the color and how it is presented are essential for successful sales. Artificial lighting not only enhances colors, making them appealing, but also shapes a product's first impression and retailer identification. (24) page 33

Lighting is crucial for retail success, as it directly affects customer attraction and sales effectiveness. The proper use of general, accent, and ambient lighting is essential for creating a pleasant environment and promoting spontaneous and repeat purchases. Recommended lighting levels vary by store type and activity, with high-activity areas requiring a higher light intensity than low-activity areas. Establishing the right amount of light is crucial for accurately seeing product colors and positively influencing purchasing behavior. 367 and [22] page 105. This is the standard for most stores visited in Lisbon and Rio de Janeiro.

In large retail chains and shopping centers, there is little concern about expenses related to artificial lighting, and the occasional use of natural lighting is already in place, especially in large sales areas, circulation, and atriums. Regarding equipment, the majority already use energy-efficient bulbs such as LEDs. Despite exposure to abundant natural light during the day, many stores prefer powerful spotlights to highlight external displays, maintaining the same lighting during both the day and night, disregarding natural lighting. Resources, such as sensors and automation programs, could minimize energy costs, but the author noticed that these stores do not utilize such strategies.

It is worth noting that some newly established stores tend to be more flexible and consistent with their design components, aiming to minimize the costs of layout changes. They adopted

fixtures mounted on easily replaceable metal structures, eliminating the need for gypsum plaster on the ceiling, thus reducing the waste resulting from layout changes or new renovations.

7.5 The aspects of the storefront

Observing the aspects of a display case that directly influence both energy consumption and indoor comfort is essential. Solar orientation, shading, and use of special glazing are crucial considerations. (25) page 7, (11) page 30, and page 47.

The direct impact of the sun's rays on storefronts is evident through exterior cladding materials and colors, which affect the heating or cooling (11) page 42, (25) page 24.

Darker displays absorb more heat, keeping the store comfortable in winter, whereas lighter colors are preferable in warm climates (11) pages 45, 30, and 47.

Efficient strategies include glass facades with low heat absorption and shading [16].

Shading, through architectural details, vegetation, or internal curtains, reduces solar energy incidence, promoting comfort and protecting goods [16, 37].

Facade glass should control sunlight transmission, luminosity, and heat reflection; reduce air conditioning costs and noise levels; and provide UV protection [16, 37].

Glazed and shaded facades can be significantly cooler [37].

However, the analyzed showcases lacked sufficient opaque material to store and distribute energy efficiently, leading to undesired heat gains in summer [36].

8. Discussion

During this research, several difficulties were encountered such as the lack of information about this sector, both in public online statistical data for the two countries and in public online reports from large retailers. Finding concrete data on spending on energy, water and other aspects related to the topic was a very challenging task.

It is crucial to highlight that the retail sector, the object of study in this research, is characterized by high competitiveness, and does not disclose its operational cost metrics. Many of the public reports from major retail brands often do not reflect reality, and are often fragmented and inconsistent, or simply inaccessible.

Furthermore, data from public reports in Brazil and Portugal in the commerce sector are often grouped with other sectors in the Services Group, such as Hospitality and public services, which makes obtaining specific information even more difficult.

The information available exclusively to commerce does not distinguish the type of commerce and the type of construction, making its use for this study unfeasible.

This situation resulted in information gaps that, it is believed, would be extremely valuable for the depth and quality of the study. Therefore, the observational methodology was chosen due to the scarcity of data available to carry out a quantitative approach.

To give an example of the energy expenditure in this sector, here is the UK Climate Action Roadmap Report [34], which shows that there is a variation in the types of retail; for example, small stores have the highest energy expenditure, and in the Power-Friendly report for retail

buildings in the United States [35]. For example, the equipment consumes 84% of the energy spent on lighting and air conditioning.

9. Conclusion:

All of these standards are paramount to the success of the store space, but they are also the biggest contributors to the energy expenditure of this sector. Therefore, it is vital to understand these retail patterns. The predominant typology in the selected urban areas was individual stores within galleries designed to maximize land use and generate higher rents. However, most properties are rented to tenants who lack control over the building, thereby hindering investment in rehabilitation for better indoor comfort and lower energy consumption. Architectural patterns expose stores to weather, pollution, and noise, leading to significant energy losses. However, sustainable energy connections and architectural design relevance have been overlooked. Both Lisbon and Rio de Janeiro stores share glass-dominated facades that lack winter insulation and summer protection, resulting in similar energy losses. Poor internal conditions in sales areas contribute to discomfort and high energy consumption, mainly by relying on mechanical systems such as air conditioners. Optimizing energy consumption and indoor air quality is crucial for operational efficiency and customer satisfaction and poses a challenge in reconciling environmental and economic aspects within commercial spaces.

Referências

1. IBGE | Censo 2010 População Brasileira [Internet]. [citado 3 de janeiro de 2024]. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
2. Empresa de Pesquisa Energética [Internet]. [citado 3 de janeiro de 2024]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt>
3. Pesquisa | Pordata, População Portuguesa [Internet]. [citado 3 de janeiro de 2024]. Disponível em: <https://www.pordata.pt/pesquisa/populacao>
4. ECO. ECO. 2022 [citado 31 de dezembro de 2023]. Chuvas intensas espalham o caos em Lisboa. Disponível em: <https://eco.sapo.pt/2022/12/13/chuvas-intensas-espalham-o-caos-em-lisboa-veja-as-imagens/>
5. Temporais no Rio: entenda por que nove áreas da cidade sempre alagam [Internet]. [citado 31 de dezembro de 2023]. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2023/02/temporais-no-rio-entenda-por-que-nove-areas-da-cidade-sempre-alagam.ghtml>
6. <https://en.climate-data.org> [Internet]. 2023. Clima Portugal. Disponível em: <https://en.climate-data.org/europe/portugal/lisbon/lisbon-3308/>
7. Clima Rio de Janeiro [Internet]. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/321/riodejaneiro-rj>

8. Lisbon Climate, Weather By Month, Average Temperature (Portugal) - Weather Spark [Internet]. [citado 31 de dezembro de 2023]. Disponível em: <https://weatherspark.com/y/32022/Average-Weather-in-Lisbon-Portugal-Year-Round>
9. Rio de Janeiro Climate, Weather By Month, Average Temperature (Brazil) - Weather Spark [Internet]. [citado 31 de dezembro de 2023]. Disponível em: <https://weatherspark.com/y/30563/Average-Weather-in-Rio-de-Janeiro-Brazil-Year-Round>
10. Ye Y, Gang L, Rui D, Fangli Y. 35th PLEA Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2020). Em: Assessment of Natural Ventilation on Thermal Comfort and Energy Consumption [Internet]. University of A Coruña; Asoc. PLEA2020 Planning Post Carbon Cities; 2021 [citado 26 de dezembro de 2023]. p. 151, 156. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2183/26695>
11. Guedes, M. C., Borges, K., Cantuaria, G. Arquitectura Sustentável em Cabo Verde, Manual de Boas Práticas. 2011.
12. Berman B, Evans J, Chatterjee P. Retail Management, Global Edition [Internet]. 13º ed. Pearson; 2017 [citado 21 de novembro de 2023]. Disponível em: <https://www.perlego.com/book/811737/retail-management-global-edition-pdf>
13. Quartier K. What is retail design [Doctoral thesis]. Hasselt; 2011.
14. Mesher L. Basics Interior Design 01: Retail Design. 2010.
15. Williams DE. Sustainable design: ecology, architecture, and planning. Hoboken: Wiley; 2007. 275 p. (A Wiley book on sustainable design).
16. Guedes MC, Cantuaria G, organizadores. Bioclimatic Architecture in Warm Climates: A Guide for Best Practices in Africa [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [citado 20 de dezembro de 2023]. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-12036-8>
17. Petermans A, Kent A. Retail Design: Theoretical Perspectives. Taylor & Francis; 2016. 247 p.
18. Dunne PM, Lusch RF. Retailing. 6th ed. Mason, OH: Thomson/South-Western; 2008. 552 p.
19. Ebster C, Garaus M. Store Design and Visual Merchandising: Creating Store Space That Encourages Buying [Internet]. 1º ed. Business Expert Press; 2011 [citado 26 de dezembro de 2023]. Disponível em: <http://www.businessexpertpress.com/books/store-design-and-visual-merchandising-creating-store-space-encourages-buying>
20. Yudelson J. Green building A to Z: understanding the language of green building. Gabriola Island, BC: New Society Publishers; 2007. 219 p.
21. Bonda, P., Sosnowchik, K., Minchew, S. Sustainable Commercial Interiors. 2- ed. Wiley. 2014.pdf.

22. Yudelson J. Sustainable Retail Development [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2010 [citado 19 de dezembro de 2023]. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-2782-5>
23. Quartier, K., Christiaans, H. and Van Cleempoel, K. Reatil Design: Lighting as an ilighting as an atmospheric tool, creating experiences which influence consumers' mood and behaviour in commercial spaces. Undisciplined! Design Research Society Conference 2008, Sheffield Hallam University, Sheffield 2008.pdf.
24. Peagler MM. Visual merchandising and display [Internet]. 6º-edit. ed. New York: Fairchild Books; 2012 [citado 1º de janeiro de 2024]. Disponível em: https://www.academia.edu/3194731/Visual_merchandising_and_display
25. Marzia, E. The Passive Solar Energy Book A Complete Guide to Passive Solar Home, Greenhouse and Building Design. 1979.pdf.

Simulação numérica de parede verde em edificação verticalizada para o clima de Belo Horizonte

Numerical simulation of a green wall in a vertical building for the Belo Horizonte climate

Lucas Thadeu da Silva Ramos, MSc; CEFET-MG

lucasramoscivil@gmail.com

Rogério Cabral de Azevedo, Dr; CEFET-MG

rogeriocabral@cefetmg.br

Raquel Diniz Oliveira, Dra; CEFET-MG

raqueldiniz@cefetmg.br

Augusto Cesar da Silva Bezerra, Dr; CEFET-MG

augustobezerra@cefetmg.br

Resumo

Os impactos da ação humana ocasionam resultados climáticos perceptíveis, demandando, portanto, esforços globais para otimização da eficiência energética das edificações. Este trabalho avalia uma proposta de condicionamento térmico passivo com o uso de um Sistema Vegetado Vertical (SVV) simulado computacionalmente pelo método simplificado de *BuildingShadingObject*. Uma edificação verticalizada de uso escolar, localizada em Belo Horizonte foi selecionada como objeto de estudo. As temperaturas operativas dos ambientes sob a influência do SVV na simulação alcançaram reduções de 14%, com redução média de 1°C, corroborando os resultados da literatura, demonstrando a viabilidade de uso do método para este tipo de análise.

Palavras-chave: Sistema Vegetado Vertical (SVV); Condicionamento ambiental; Simulação numérica; Amortecimento térmico.

Abstract

The anthropic actions leading to climate impacts demand global efforts to optimize building energy efficiency. This research evaluates a proposal for a passive cooling strategy using a Vertical Greenery System (VGS) through the simplified numerical simulation method of BuildingShadingObject. The object study was a school building, mostly vertical, located in Belo Horizonte. The results showed a 14% reduction in room temperatures when under the influence of VGS, presenting an average reduction of 1°C, which is supported by the literature and demonstrates the efficiency of this kind of method.

Keywords: Vertical Greenery System (VGS); Cooling strategy; Numerical simulation; Thermal damping

1. Introdução

A expansão urbana apresenta forte correlação com a construção civil, sendo esta uma atividade humana primordial. Portanto, os reflexos das ações humanas em sua expansão pelo planeta têm apresentado resultados cada vez mais perceptíveis em relação às mudanças climáticas, dada a maior demanda de produtos e serviços [1-3]. Dentre esses impactos, o fenômeno das Ilhas de Calor (IC) recorrentemente afetam as cidades, causando impacto na vida de seus cidadãos, sendo que a concentração da população em áreas urbanas os torna mais graves. A existência das IC's pode causar problemas como a degradação da qualidade do ar. A formação de áreas poluídas leva à elevação do stress térmico das edificações, bem como o aumento do risco doenças relacionadas ao calor, como desidratação e arritmia cardíaca [4].

A questão da elevação das temperaturas ambientais tem sido objeto de atenção da engenharia e arquitetura, com a busca de novas tecnologias aplicáveis ao setor da construção, visando a melhoria da eficiência das edificações. Entre as tecnologias detectadas como possíveis alternativas para o enfrentamento da elevação das temperaturas ambientais, observa-se que a recuperação e adaptação de estratégias passivas de aclimação demonstram benefícios. A reinserção de elementos verdes na infraestrutura urbana por meio de Sistemas Vegetados Verticais (SVV's) é uma delas. A capacidade de redução da temperatura superficial de fachadas, proporcionada por SVV's, pode implicar em redução do consumo energético das edificações, bem como na filtragem de poluentes no ar e a melhoria no potencial de sequestro de carbono das edificações, atenuando efeitos das IC's [5-8].

Uma cidade mais adensada, devido à tendência de migração da população rural para o ambiente urbano [9] tende a ser mais verticalizada, sendo assim mais propícia a sofrer impactos de fenômenos climáticos como as IC's. Nesse contexto, a aplicação de estratégias como SVV's se destaca, dada à grande disponibilidade de área para a implantação deste tipo de solução nestes ambientes, que apresentam características que favorecem sua introdução [10].

Dadas as muitas especificidades construtivas, cuidados e manutenção destas estruturas vivas, o campo de pesquisas experimentais está em desenvolvimento constante, ainda mais quando consideram-se as diferenças de resultados proporcionados por espécies e climas diferentes [11]. Esta barreira tem sido mitigada com a implementação de simulações computacionais de edifícios, uma vez que são ampliadas as possibilidades de desenvolvimento de pesquisa de simulação numérica sobre os SVV's alternativamente à pesquisa prática [12,13]. Contudo, existem entraves no processo da pesquisa por simulação, como a necessidade de simplificação do processo de amortecimento térmico, a ausência de parâmetros que representem a grande variedade de plantas e climas existentes, variações e diversidades de métodos e *softwares* disponíveis para este fim, o que pode dificultar a comparação dos resultados para análise [11,13,15,16]. Ainda que existam tais limitações ao processo de simulação, este método segue sendo utilizado por ser capaz de apresentar modelos e esquemas que podem permitir o direcionamento de pesquisas práticas e o próprio desenvolvimento de empreendimentos, dada a facilidade de sua adaptação, correção e reprodução, o que permite análises prévias ao investimento de recursos no desenvolvimento de projetos e pesquisas.

Este trabalho abordou a eficiência energética de edificações associada à implementação de sistemas vegetados verticais em empreendimentos verticalizados analisados por meio da aplicação de uma metodologia de simulação numérica. Com isso pôde-se investigar o impacto do modelo baseado em sombreamento sobre a temperatura de ambientes construídos e comparar os resultados obtidos com a literatura.

2. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa quantitativa, se valendo do objeto definido para estudo, uma edificação primariamente verticalizada, apresentado no **Item 2.1**, onde obteve-se os dados para o desenvolvimento do estudo de caso, que foram tratados estatisticamente para avaliar a robustez dos resultados obtidos.

O desenvolvimento do trabalho se deu conforme o fluxograma apresentado em **Figura 1**.

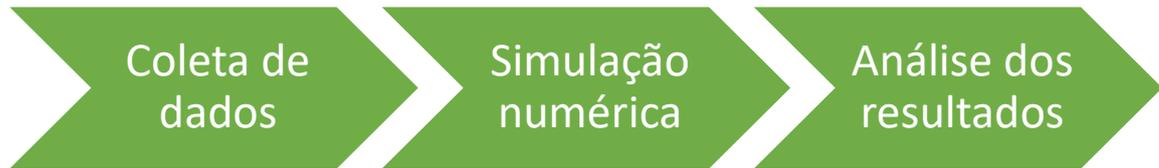


Figura 1: Método de procedimento. Fonte: elaborado pelos autores.

2.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no Prédio 18 do Campus Nova Gameleira do CEFET-MG (**Figura 2**), sendo este uma edificação verticalizada de uso educacional que apresenta seções inteiras de sua fachada sem abertura na dimensão vertical, com orientação voltada para noroeste, com recebimento de radiação solar direta. O edifício escolhido encontra-se no bairro Nova Gameleira, em Belo Horizonte, MG, cidade classificada conforme Köppen-Geiger como sendo Cwb [18] e localizada na zona bioclimática número 3 (ZB3), conforme NBR 15.220/2 [17], sendo este o método considerado na avaliação, uma vez que a proposta de um novo zoneamento bioclimático seguia em discussão pela ANTAC. Este prédio apresenta uso variado, contendo salas de aula, ambientes de estudo, salas de reunião, gabinetes de professores e laboratórios de análises de materiais. O prédio 18 possui área construída total superior à 1000m² dividida em 4 pavimentos, com fachada principal voltada para noroeste apresentando grandes seções verticais sem abertura. O edifício selecionado encontra-se localizado nas coordenadas 19°56'24" S, 43°59'57" O, com seu primeiro pavimento na elevação de 914m (**Figura 3**).

Para a coleta de dados foram utilizados equipamentos conforme indicados pela literatura [7,19-21] e disponibilidade do grupo de pesquisa, a saber: *data loggers*, do modelo HOBO onset U12-012, estes equipamentos foram testados conjuntamente a um medidor de stress térmico em ambiente controlado. O teste foi feito com um termômetro globo do modelo TGD-300. Este procedimento foi realizado para a aferição da calibração dos 4 dispositivos *data loggers* para a coleta de temperatura, sendo estes instalados em um mesmo ambiente que o termômetro, previamente calibrado por empresa especializada, donde verificou-se que a variação de diferença nas temperaturas observadas entre os *data loggers* e o termômetro globo não foram consideradas estatisticamente relevantes pelos testes de ANOVA e Tukey. Para a obtenção dos valores de absorvância da fachada externa foi utilizado um espectrômetro, modelo Alta II, capaz de medir refletância espectral e 11 comprimentos de onda (de 470nm a 940nm).

O processo de coleta ocorreu entre os dias 18 de novembro de 2020 e 02 de dezembro de 2020, período em que a edificação não se encontrava em uso, dada a restrição de funcionamento da instituição durante a pandemia de SARS-CoV-2. Nesse período de 14 dias foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada 15 minutos. Quatro aparelhos medidores, *data loggers*, foram instalados no prédio objeto de estudo. Seu posicionamento está apresentado pela **Figura 4**.



Figura 3: Localização do objeto de estudo. Fonte: elaborado pelos autores.

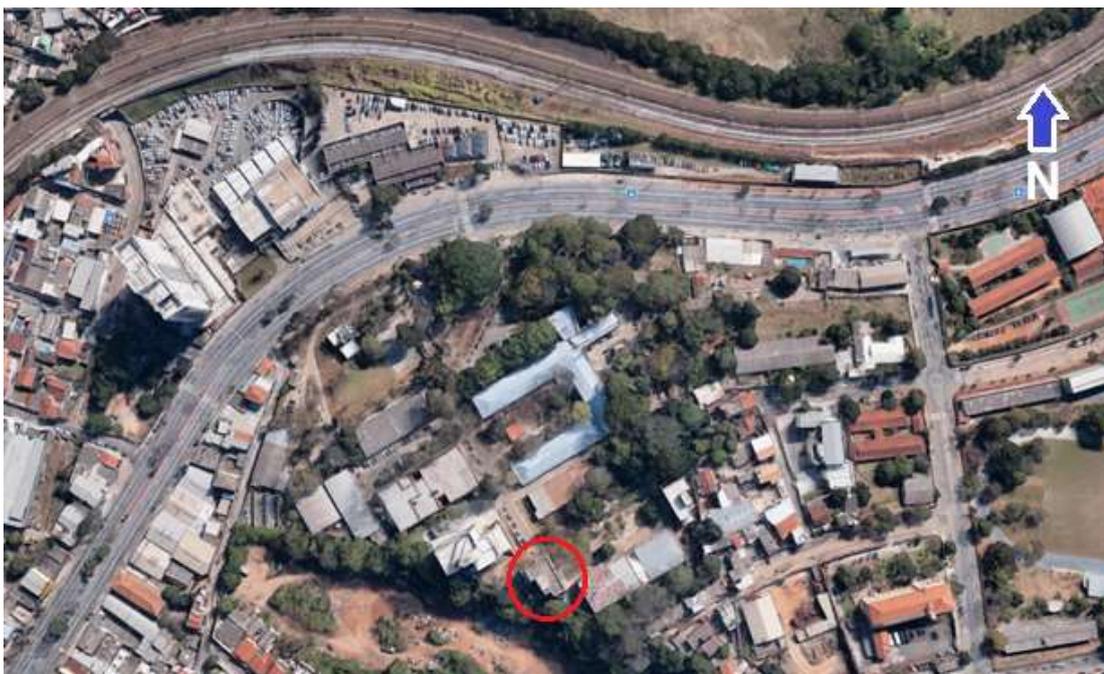


Figura 3: Localização do objeto de estudo. Fonte: Google Earth Pro (2019).

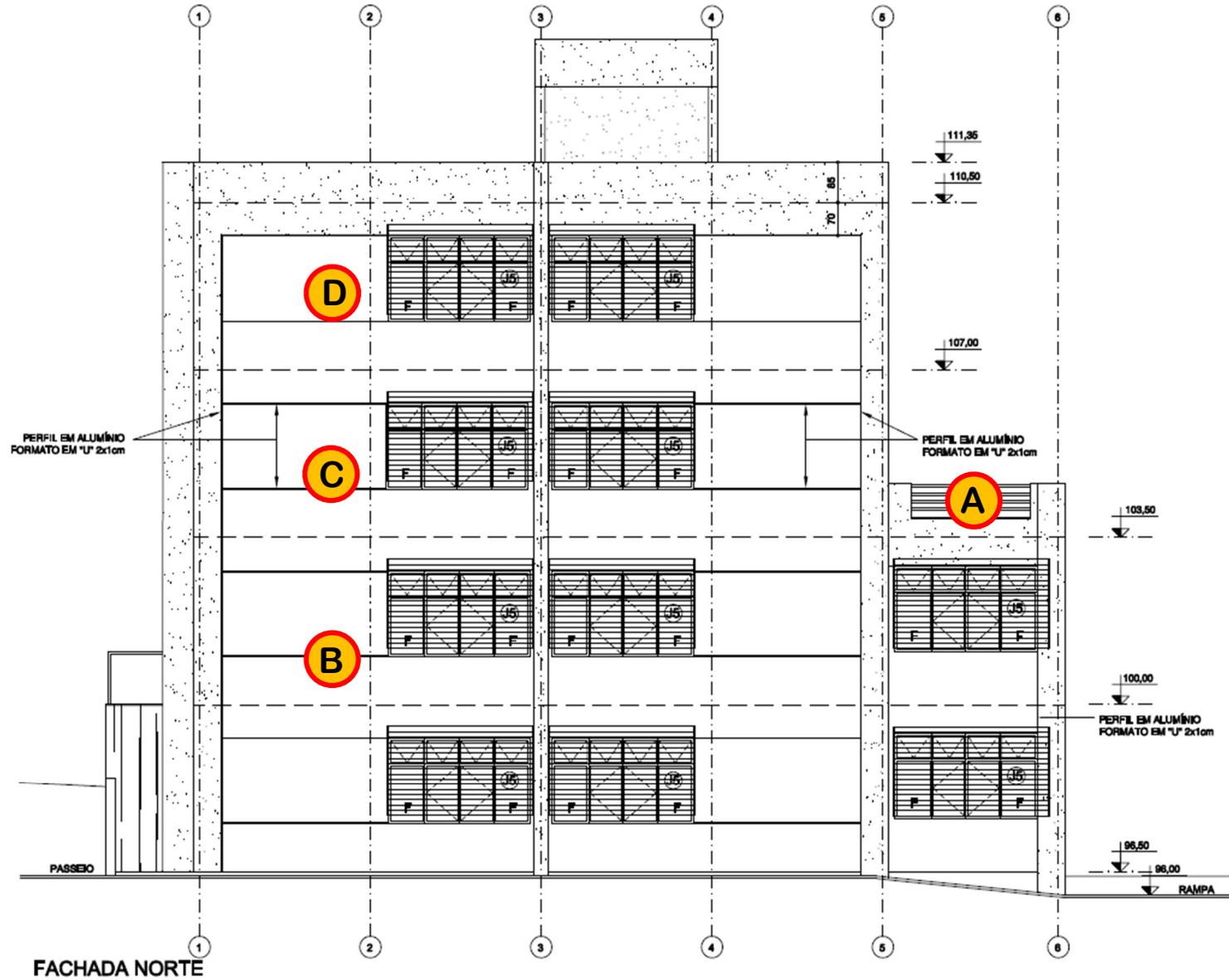


Figura 4: Posicionamento dos *data loggers*. Fonte: elaborado pelos autores.

Devido ao contato com o solo, não foi instalado medidor no pavimento térreo, pois a interação com o solo causaria discrepância com os dados dos outros pavimentos [22,23]. Os *data loggers* B, C e D foram instalados à 1,50m, nos centros dos ambientes que seriam afetados primariamente pela implementação do SVV, devido a posição da fachada cega. O *data logger* A foi posicionado externamente para a obtenção de dados para a criação do arquivo climático de calibração do modelo, sendo instalado à 1,00m de altura em um abrigo externo o qual foi construído conforme comunicado técnico 345 da Embrapa [24].

2.2 Simulação numérica

A simulação numérica representou as trocas energéticas ocorridas no modelo, por meio de suas iterações do processo computacional, realizadas no edifício modelado computacionalmente, visando a geração de resultados, ou ‘saídas’ específicas, relacionadas à análise térmica da situação a ser reproduzida [25,26]. Este processo foi iniciado com a modelagem do objeto a ser simulado. Para o desenvolvimento da modelagem do objeto de estudo foram utilizados os *softwares SketchUp* em sua versão *make* 2017, por ser uma versão gratuita e com boa estabilidade na aplicação conjunta com *softwares* de simulação energética. Esta modelagem foi realizada tridimensionalmente, em conformidade com os parâmetros da edificação original (**Figura 5 a**), bem como do seu entorno (**Figura 5 b**), uma vez que a disposição dos demais elementos ao redor do objeto de estudo implica em variabilidade do resultado pretendido.

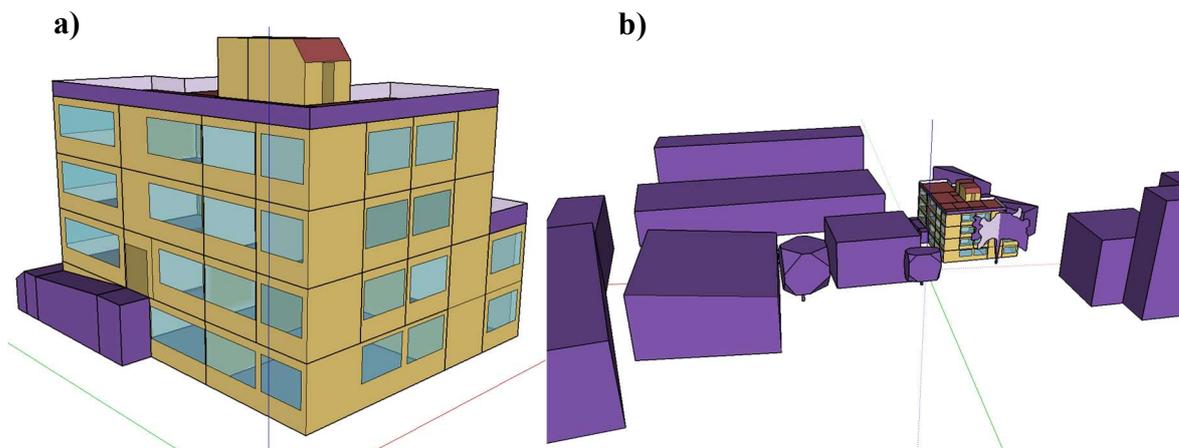


Figura 5: Modelo tridimensional do objeto de estudo (a) e de seu entorno (b). Fonte: elaborado pelos autores.

Com o modelo tridimensional pronto, foi feita sua exportação para o *software* de simulação energética onde foram inseridos os dados referentes aos componentes construtivos, rotina de uso, iluminação, consumo energético e ventilação. Para esta etapa foi utilizado o *software EnergyPlus* em sua versão 8.7, o qual é um programa de simulação numérica desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, de licença livre. Os valores dos dados dos sistemas construtivos têm origem na NBR 15.220/2? [17], conforme **Quadro 1**. A definição dos materiais expressos no **Quadro 1** foi obtida de memoriais descritivos do objeto de estudo, avaliação dos projetos arquitetônicos e investigação *in loco*.

Quadro 1: Dados dos componentes construtivos.

Materiais	Propriedades				
	Espessura [m]	Condutividade Térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m ³]	Calor Específico (J/(kg.K))	Resistência Térmica [m ² .K/W]
Argamassa comum	0,030	1,150	2000,000	1000,000	0,026
Cerâmica	VARIÁVEL	1,000	1138,380	920,000	VARIÁVEL
Concreto	VARIÁVEL	1,750	2400,000	1000,000	VARIÁVEL
Gesso (placa)	0,020	0,350	900,000	840,000	0,057
Madeira	0,030	0,150	600,000	1340,000	0,200
Manta asfáltica	0,007	0,230	1000,000	1460,000	0,030
Poliestireno expandido	0,025	0,040	15,000	1420,000	0,625
Poliestireno extrudado	0,002	0,035	25,000	1420,000	0,057
Vidro	0,004	1,000	2500,000	0,840	0,004
Ar	VARIÁVEL	0,026	-	-	0,170 ou 0,210

Fonte: Autores.

Após a caracterização do modelo no software de simulação numérica, o modelo foi calibrado visando assegurar a conformidade dos dados aplicados às predições de modelagem matemática. Foi selecionado um período de dados de temperatura e realizou-se a comparação entre as temperaturas registradas na coleta e aquelas que forma resultados do teste para a calibração. A análise de similaridade dos dados comparados foi realizada pelo teste de T-Student, após a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Confirmada a variação entre os dois tipos de dados de temperatura, simulada e medida, seguiu-se com a adequação dos parâmetros dos elementos constituintes do modelo a ser simulado, sendo eles: densidade, absorvância solar, espessura, condutividade, calor específico, rugosidade, absorvância visível e absorvância térmica. Estes parâmetros foram adequados iterativamente, conforme **Tabela 1**, em avaliações sucessivas de: valor de diferença média, coeficiente de variação da raiz quadrada do erro quadrático médio, erro absoluto médio e coeficiente de correlação de Pearson.

Tabela 1: Registros dos parâmetros na calibração.

Parâmetro	Alteração	Diferença média	MBE	CV RMSE	Pearson	Mantido
Modelo inicial	-	1,33°C	4,42%	5,86%	0,8529520	-
Densidade	+ 10%	1,29°C	4,47%	5,73%	0,8420547	Sim
	- 10%	1,36°C	4,32%	5,99%	0,8639895	Não
Absorvância solar	+ 0,1	1,17°C	3,44%	5,17%	0,8399250	Sim
	- 0,1	1,46°C	5,54%	6,46%	0,8440897	Não
Espessura	+ 10%	0,98°C	3,09%	4,42%	0,8083566	Sim
	- 10%	1,37°C	3,73%	6,01%	0,8783991	Não
Condutividade	+ 10%	1,02°C	3,31%	4,61%	0,8057520	Não
	- 10%	1,40°C	5,37%	6,05%	0,8017545	Não
Calor específico	+ 10%	0,92°C	3,06%	4,23%	0,7987840	Sim
	- 10%	1,03°C	3,09%	4,63%	0,8199254	Não
Rugosidade	Aumento	0,92°C	3,07%	4,24%	0,7987736	Não
	Redução	0,82°C	2,23%	3,76%	0,7928480	Sim
Absorvância visível	+ 0,1	0,82°C	2,23%	3,76%	0,7928480	Não
	- 0,1	0,82°C	2,23%	3,76%	0,7928480	Não
Absorvância térmica	+ 0,1	1,10°C	2,91%	5,62%	0,7931625	Não
	- 0,1	0,75°C	1,51%	3,44%	0,7934771	Sim

Fonte: Autores.

Com o atingimento de uma diferença média de 0,75°C, erro absoluto médio de 1,51%, coeficiente de variação da raiz quadrada do erro quadrático médio de 3,44% e coeficiente de relação linear de Pearson de 0,79, o modelo foi considerado calibrado. Em seguida o mesmo foi validado por meio de uma conjunção do método de validade de evento e a validação multi-estágio conforme descrito por Sargent [27]. Analisaram-se 14 variações, considerando os diferentes ambientes de medição de temperatura e diferentes períodos.

2.3 Modelagem do SVV

Após a validação do modelo calibrado, seguiu-se com a modelagem do SVV via *SketchUp + EnergyPlus*, utilizando-se o método *BuildingShadingObject* (BSO) conforme proposto por Larsen et al. [28]. Os elementos de SVVs foram adicionados ao modelo como elementos de sombreamento com valores de refletância solar e visível conforme proposto pela literatura para paredes verdes, sendo $\rho_{solar} = 0,3$ e $\rho_{vis} = 0,05$, respectivamente [29]. Além disso, foram adequados parâmetros relativos à recepção da radiação pela superfície [28] e foi inserido um cronograma de fechamento do elemento para atuar conforme a alternância das estações, implicando em maior ou menor taxa de sombreamento conforme período do ano.

O método BSO utilizado apresenta, como estrutura de conversão do SVV em um elemento do modelo computacional, a Inserção de um elemento externo ao fechamento vertical da envoltória da edificação, alvo da aplicação do SVV. Este elemento externo operará como uma barreira para a radiação solar, simulando um elemento de sombra. O elemento recebe características térmicas que repliquem a ação de um SVV real, como sua refletância solar e visível, bem como sua transmitância solar no fator de faceamento externo e o desenvolvimento de um cronograma (**Tabela 2**) para atuar como percentual de fechamento do SVV dadas as alterações da folhagem ao longo das estações do ano, causando impacto na taxa de sombreamento.

Tabela 2: Dados aplicados ao *software* para simulação do ciclo da folhagem nas estações.

Período	Through: 03/20	Through: 06/20	Through: 09/20	Through: 12/20	Through: 12/31
Dias	For: AllDays				
Limite	Until: 24:00				
Espaçamento ¹	0	0.2	0.3	0.1	0

Fonte: Autores.

3. Resultados

A etapa de simulações teve início com a conclusão da implementação do SVV no modelo calibrado. Os cenários simulados baseiam-se em um modelo representativo da situação do edifício quando da coleta dos dados, ou seja, sem uso e ocupação, devido à pandemia mundial de Sars-CoV-2. Estes cenários foram simulados com e sem a implementação do SVV com a utilização de um arquivo climático ajustado para pesquisa, considerada as atualizações necessárias nos dados disponíveis pelo INMET. O arquivo utilizado é do tipo *Solar and Wind Energy Resource Assessment - SWERA*, atualizado no ano de 2018 pelo LabEEE. O ajuste do arquivo climático, apresentado na **Tabela 3**, se deu com o uso de dados provenientes de uma estação do INMET próxima à localização do objeto de estudo.

¹ A taxa de espaçamento funciona como um valor percentual de abertura em uma superfície. Um valor de 0 implica em uma superfície completamente opaca e um valor de 1 implica em uma superfície completamente transparente.

Tabela 3: Dados aplicados ao *software* para simulação do ciclo da folhagem nas estações.

Parâmetro alterado	Origem dos novos dados
Temperatura de bulbo seco [°C]	Estação meteorológica automática F501
Pressão atmosférica [kPa]	Estação meteorológica automática F501
Umidade relativa [%]	Estação meteorológica automática F501
Radiação solar global [Wh/m ²]	Estação meteorológica automática F501
Radiação solar direta [Wh/m ²]	Calculado pelo algoritmo do <i>EnergyPlus</i>
Radiação solar difusa [Wh/m ²]	Calculado pelo algoritmo do <i>EnergyPlus</i>
Velocidade do vento [m/s]	Estação meteorológica automática F501

Fonte: Autores.

Visando replicar a situação do prédio em um primeiro cenário, foram eliminadas as trocas de ar com o meio externo, durante a simulação do mesmo, por meio da alteração do método de fluxo de ar. Também não foram inseridos quaisquer dados de uso de equipamentos, iluminação e circulação de usuários, fazendo com que a simulação não realizasse cálculos relativos a estes impactos na temperatura do edifício. Estas decisões foram feitas com base na situação real do objeto de estudo quando da coleta de dados *in loco*. Portanto refletem este momento de avaliação. Contudo é importante destacar que em uma situação de simulação do uso regular da edificação, os impactos da existência de trocas de ar, uso de equipamentos e iluminação e circulação de usuários, pode gerar impactos que diverjam dos resultados obtidos quando da exclusão desses parâmetros.

No cenário com a introdução do SVV foram observadas taxas de redução de temperatura entre 9% e 14% para os diferentes ambientes. Estas reduções estão resumidas na **Tabela 4**.

Tabela 4: Relações entre temperaturas operativas com e sem presença do SVV.

Ambiente	Diferença média	Redução mínima	Redução máxima
B	0,96°C	0,36°C	1,66°C
C	0,94°C	0,40°C	1,61°C
D	0,81°C	0,29°C	1,46°C

Fonte: Autores.

A instalação do SVV apresentou impacto nos resultados de temperatura para todos os andares avaliados na simulação ao longo do período proposto para a simulação, conforme apresentado na **Figura 6**.

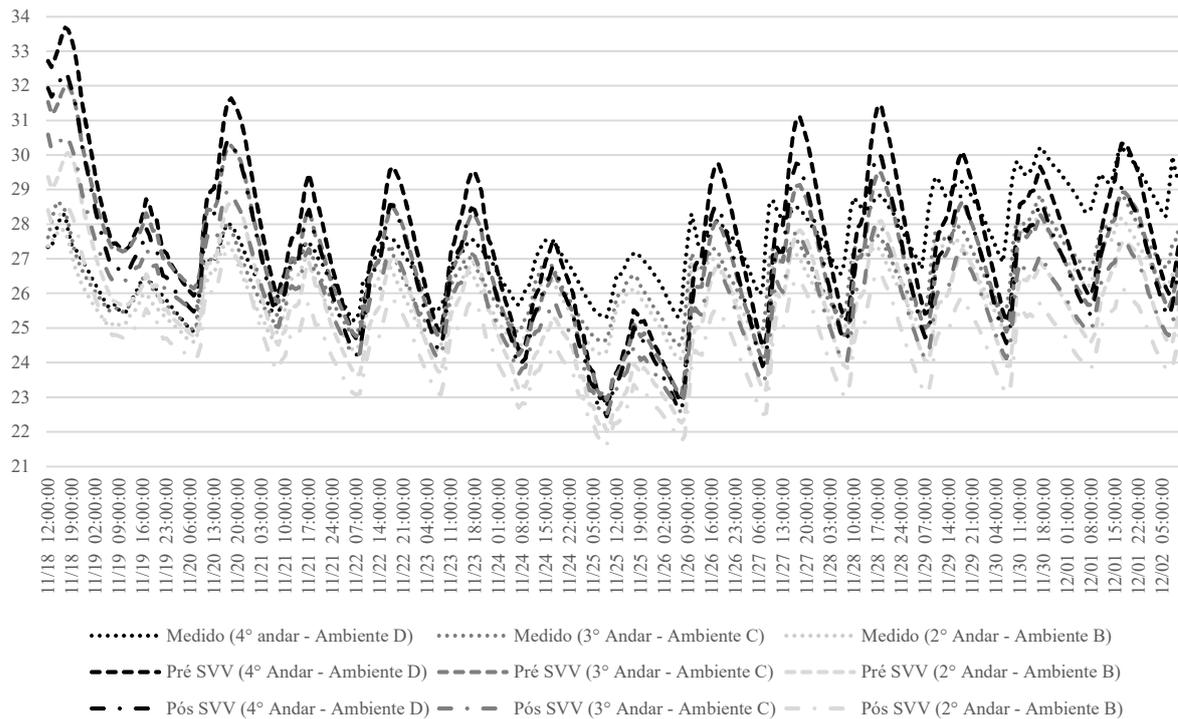


Figura 6: Temperaturas operativas medidas e simuladas. Fonte: elaborado pelos autores.

Uma avaliação dos resultados de temperatura foi performada no *software* R para verificação de suas médias, conforme **Figura 7**. Nota-se que a aplicação do SVV implicou em redução na média de temperatura em todos os ambientes simulados. Estas reduções foram verificadas pela comparação dos dados de quartis, mediana e valores mínimos e máximos.

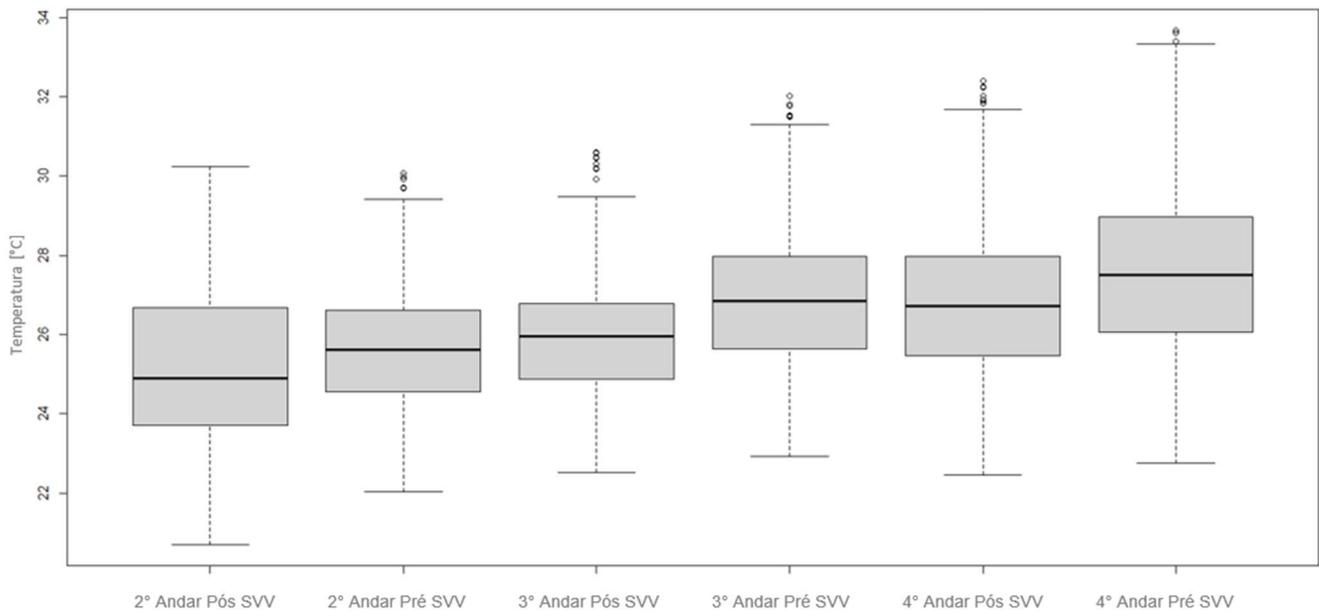


Figura 7: Box-plot, via *R software*, dos resultados de temperatura simulados. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Análises dos Resultados

A simulação demonstrou que a introdução do SVV produziu a uma redução nos valores de temperatura dos ambientes, sendo que todas as médias de temperatura foram reduzidas para o período avaliado. Percebeu-se que o 4° pavimento, onde localizou-se o ambiente D, sofreu com maiores variações durante as simulações devido ao fato de que a cobertura externa da edificação, existente no mesmo pavimento, sofre muita influência da radiação solar. Por este motivo, na avaliação do amortecimento térmico dos ambientes, apresentado na **Tabela 5**, o seu coeficiente de amortecimento não foi calculado e a própria taxa de amortecimento do ar é significativamente menor do que a dos demais ambientes, resultado da influência da radiação solar sobre a cobertura. O que reduz a eficácia do SVV para esta situação, como percebido pelos resultados na **Tabela 5**.

Tabela 5: Resultados de amortecimento térmico.

Ambiente	Coeficiente de amortecimento μ		Amortecimento médio do ar	
	Pré SVV	Pós SVV	Pré SVV	Pós SVV
B	0,22	0,46	35%	44%
C	0,15	0,38	26%	34%
D	-	-	11%	19%

Fonte: Autores.

Dentre os ambientes simulados, o Ambiente B (2° pavimento) apresentou elevado ganho de eficiência para o amortecimento médio do ar. Isto pode ser devido à fatores como a proximidade com o solo, maior taxa de sombreamento proporcionado pelo entorno à pavimentos inferiores, contudo, mesmo esses fatores sendo preponderantes, a influência da ação do SVV pode ser percebida dado o aumento percebido no amortecimento médio, entre 25% e 70% para os ambientes investigados. Ainda pode-se considerar que o processo de circulação interna do ar em processo de convecção fará com que massas de ar quentes se desloquem para cima, forçando esta tendência e ainda pela maior proximidade com o pavimento térreo, dada a capacidade de regulação de temperatura do solo.

Observou-se que os resultados obtidos na simulação do objeto de estudo com a implementação do SVV foram comparáveis aos resultados de experimentos práticos da literatura [30-33], onde se apresentam reduções de temperatura na ordem de 1°C a 2°C, conforme **Tabela 6**. Assim demonstrando que o método de simulação de SVV's, via *software Energyplus* com o uso do método de simplificação do tipo *BuildingShadingObject* proposto por Larsen et al. [28], apresenta-se como uma alternativa viável para a simulação térmica de SVV's. Esta aproximação é corroborada pela coerência entre características climáticas gerais da maioria das localidades dos experimentos da literatura e desta pesquisa.

Tabela 6: Influencia do uso de SVV na temperatura.

Referência	Ano	Redução de temperatura do ar [°C]	Localidade	Tipo de trabalho
[30]	2014	1,00	Puigverd de Lleida / Espanha	Experimental
[31]	2023	1,00	Singapura	Experimental
[32]	2017	2,10	Genova / Itália	Experimental
[33]	2017	1,40	Rio de Janeiro / Brasil	Experimental

Fonte: Autores.

5. Conclusão

Este trabalho objetivou avaliar o amortecimento térmico de um edifício por meio de um método de simulação numérica. Para tal foram coletados dados, conforme recomendado pela literatura e selecionou-se um método para a modelagem, calibração, validação e simulação do objeto de estudo deste trabalho, uma edificação de quatro pavimentos, com formato primordialmente paralelepípedo. A simulação apresentou temperaturas menores nos ambientes mais próximos ao solo, o que reforça a capacidade da inércia térmica do solo para o controle de temperatura das edificações, especialmente as de preponderância horizontal. Em edificações de predomínio vertical, esta propriedade do solo terá menor influência devido a alteração geométrica que levará a grande preponderância de áreas de fachada impactadas pela radiação solar, o que leva à necessidade da aplicação de outras estratégias de arrefecimento. Neste caso vê-se a vantagem na utilização de estratégias como a dos SVVs, uma vez que houve corroboração dos dados da literatura pelos resultados da simulação.

Os resultados observados pela simulação neste trabalho, contando com reduções de temperatura do ambiente entre 1°C e 2°C, são corroborados por resultados experimentais de localidades diversas, conforme observado na literatura. Sendo assim, percebe-se que é possível que se utilizem métodos de simulação computacional, como o apresentado neste trabalho, como ferramenta de avaliação de impactos de eficiência energética de edificações para a avaliação do impacto da implementação de SVV's em edifícios.

Os resultados apresentados para esta pesquisa são referentes apenas à simulação de SVV's e consideram apenas os aspectos de redução de temperatura em ambientes internos do objeto de estudo. Recomenda-se que sejam feitos estudos comparativos com métodos de sombreamento inorgânico, como brises, para a comparação dos ganhos proporcionados. Contudo a implementação de SVV's apresentam ganhos de aclimatação de ambientes externos, melhoria de umidade e fluxo de ar, purificação atmosférica e bem-estar, que não foram avaliados neste trabalho, mas são apresentados nas literaturas utilizadas nesta pesquisa. Sendo assim, há uma rede complexa de 'vantajosidade' que se faz necessária ao comparar um sistema vivo, mas oneroso, com um sistema estéril, especialmente considerando os impactos causados pelos ambientes urbanos dentro da sustentabilidade da vida humana no planeta.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) por seu apoio com infraestrutura de e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo incentivo de produtividade em pesquisa [Convênio: PQ316846/2023-6], bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- [1] GUPTA, R.; GREGG, M. Using UK climate change projections to adapt existing English homes for a warming climate. *Building and Environment*, v. 55, p. 20–42, 2012.
- [2] F. POMPONI et al., “A Novel Method for Estimating Emissions Reductions Caused by the Restriction of Mobility: The Case of the COVID-19 Pandemic,” *Environ. Sci. Technol. Lett.*, vol. 8, no. 1, pp. 46–52, 2021
- [3] YU, R.; ZHAI, P.; CHEN, Y. Facing climate change-related extreme events in megacities of China in the context of 1.5°C global warming. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 30, p. 75–81, 2018.
- [4] MOHAJERANI, A.; BAKARIC, J.; JEFFREY-BAILEY, T. The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of Environmental Management*, v. 197, p. 522–538, 2017.
- [5] BEVACQUA, M. et al. Passive Cooling Techniques for Less Energy Consumption in Buildings a Comparative Study on Green Surfaces. In: Department of Civil Environmental Architectural Engineering and Mathematics (DICATAM), University of Brescia, Brescia, Italy. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. Anais. 2018.
- [6] MEIFANG SU; PENGYU JIE; PEIXIAN LI; FENG YANG; ZISHUO HUANG; XING SHI. A review on the mechanisms behind thermal effect of building vertical greenery systems (VGS): methodology, performance and impact factors. *Energy and Buildings*, v. 303, 2024.
- [7] OLIVIERI, F.; OLIVIERI, L.; NEILA, J. Experimental study of the thermal-energy performance of an insulated vegetal façade under summer conditions in a continental mediterranean climate. *Building and Environment*, v. 77, p. 61–76, 2014.
- [8] ZAID, S. M. et al. Vertical Greenery System in urban tropical climate and its carbon sequestration potential: A review. *Ecological Indicators*, v. 91, p. 57–70, ago. 2018.
- [9] UNITED NATIONS, D. of E. and S. A. World Urbanization Prospects: The 2022 Revision (ST/ESA/SER.A/420) Demographic Research. [s.l: s.n.].
- [10] MORAKINYO, T. E. et al. Thermal benefits of vertical greening in a high-density city: Case study of Hong Kong. *Urban Forestry and Urban Greening*, v. 37, p. 42–55, jan. 2019.
- [11] SAFIKHANI, T. et al. A review of energy characteristic of vertical greenery systems *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, dez. 2014.
- [12] DAHANAYAKE, K. W. D. K. C.; CHOW, C. L. Studying the potential of energy saving through vertical greenery systems: Using EnergyPlus simulation program. *Energy and Buildings*, v. 138, p. 47–59, mar. 2017.
- [13] MAURIZIO DETOMMASO; VINCENZO COSTANZO; FRANCESCO NOCERA; GIANPIERO EVOLA. Evaluation of the cooling potential of a vertical greenery system coupled to a building through an experimentally validated transient model. *Building and Environment*, v. 244, 2023.
- [14] CRAWLEY, D. B. et al. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. *IBPSA 2005 - International Building Performance Simulation Association 2005*, v. 43, n. 4, p. 231–238, 2005.
- [15] RAMOS, L.; OLIVEIRA, R.; AZEVEDO, R. Revisão Bibliométrica Aplicada ao Uso de Sistemas Vegetados Verticais em Simulações de Desempenho Térmico de Edificações. In: XI ELACAC, João Pessoa - PB. Anais... João Pessoa - PB: 2019.

- [16] WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. Ninth International IBPSA Conference, p. 1331–1338, 2005.
- [17] ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- [18] ABNT. NBR 15220/2 - Desempenho Térmico de Edificações Parte 2: Método de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator Solar de Elementos e Componentes de Edificações. 2008.
- [19] SERRA, V. et al. A novel vertical greenery module system for building envelopes: The results and outcomes of a multidisciplinary research project. Energy and Buildings, v. 146, p. 333–352, jul. 2017.
- [20] VOX, G. et al. Evaluation of Wall Surface Temperatures in Green Facades. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability, v. 170, n. 6, p. 334–344, 2017.
- [21] YIN, H. et al. Cooling effect of direct green façades during hot summer days: An observational study in Nanjing, China using TIR and 3DPC data. Building and Environment, v. 116, p. 195–206, 2017.
- [22] LAMBERTS, R. et al. Casa Eficiente: Simulação Computacional do Desempenho Termo-Energético. 4. ed. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010.
- [23] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3a ed. [s.l.] LabEEE, 2014.
- [24] JÚNIOR, C. R. et al. Comunicado Técnico 345 - Protetor de Radiação Solar Simples para Termômetros Digitais Eletrônicos. [s.l.: s.n.].
- [25] CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos. 3. ed. [s.l.] Elsevier, 2013.
- [26] FORRESTER, J. Industrial Dynamics. Cambridge: Productivity Press, 1961.
- [27] SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models are discussed in this paper. Journal of Simulation, v. 7, p. 12–24, 2013.
- [28] LARSEN, S. F.; FILIPPÍN, C.; LESINO, G. Thermal Simulation of a Double Skin Façade with Plants. Energy Procedia, v. 57, p. 1763–1772, 2014.
- [29] OKE, T. R. Boundary Layer Climates. 2. ed. [s.l.] ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD, 1987.
- [30] COMA, J. et al. New green facades as passive systems for energy savings on Buildings. In: Energy Procedia, Anais...2014.
- [31] IQBAL SHAH; SIU-KIT LAU; VEERA SEKARAN; ALI GHAMRAMANI. Porous plant form-induced amplification of evapotranspiration for enhanced cooling in vertical greenery systems. Building and Environment, v. 245, 2023.
- [32] OTTELÉ, M.; PERINI, K. Comparative experimental approach to investigate the thermal behaviour of vertical greened façades of buildings. Ecological Engineering, v. 108, p. 152–161, 2017.
- [33] WILKINSON, S. et al. Evaluating the Thermal Performance of Retrofitted Lightweight Green Roofs and Walls in Sydney and Rio de Janeiro. Procedia Engineering, v. 180, p. 231–240, 2017.

Avaliação de Desempenho de Painéis em Taipa de Mão: Edificações Experimentais de Habitação 001 e 002 em São Carlos - SP
Performance Evaluation of Wattle and Daub Wall Panels: Experimental Residential Buildings 001 and 002 in São Carlos - SP

Hector Yudi Yokoyama Inafuku, Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (Habis USP).

hectoryudi@usp.br

Akemi Ino, Profa. Dra. Do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU USP), Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (Habis USP).

inoakemi@sc.usp.br

Resumo

Entre os anos de 1998 e 1999, duas unidades experimentais de habitação foram construídas na USP São Carlos (SP), com o intuito de pesquisar o uso de tecnologias de baixo carbono em projetos de habitação social. Em ambas as unidades, foram projetados e executados painéis modulares pré-fabricados em taipa de mão como um de seus subsistemas de vedação experimentados, tendo base modular de 75cm e altura de 2,40m, com estrutura de *pinus* serrado. A presente pesquisa, propõe avaliar o desempenho dos painéis com enfoque na durabilidade, a partir da definição e verificação do atendimento de requisitos e critérios de desempenho, considerando características de detalhes projetuais e de implantação. Esta verificação é realizada com a identificação visual das manifestações patológicas, como fissuras, manchas e destacamentos sob a superfície dos painéis, por fotografias da fachada via voo de drone.

Palavras-chave: Taipa de mão; Construção com terra; Avaliação de Durabilidade

Abstract

Between 1998 and 1999, two experimental housing units were built at USP São Carlos (SP) with the aim of researching the use of low-carbon technologies in social housing projects. In both units, prefabricated modular panels were designed and executed in wattle and daub, with a modular base of 75 cm and a height of 2.40 m, using sawn pine as one of their experimental sealing subsystems. This research proposes to evaluate the performance of the panels with a focus on durability, by defining and verifying the fulfillment of performance requirements and criteria, considering design and implementation detail characteristics. This verification is established through the visual identification of pathological manifestations, such as cracks, stains, and detachment on the surface of the panels, using photographs of the facade taken by drone flights.

Keywords: *Wattle and Daub; Earth construction; Durability Evaluation*

1. Introdução

Entre os anos de 1998 e 1999, na Universidade de São Paulo, Campus São Carlos (SP), foram construídas duas Unidades Experimentais de Habitação, como parte da pesquisa “Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua”, financiado pela FAPESP (Proc. 95/9716-9) [1].

A construção desses edifícios teve como objetivo pesquisar o uso de tecnologias de baixo carbono em habitação social, seus processos construtivos no canteiro de obras e o desempenho desses sistemas ao longo do tempo. As duas Unidades Habitacionais, 001 (1999) e 002 edificada primeiro em 1998 (Figura 1), foram construídas utilizando um sistema estrutural de pilares e vigas em eucalipto serrado associado a três tipos de sistemas de fechamento: terra-palha, taipa de mão e colchão de ar.



Figura 1: Unidades Experimentais de Habitação 001 (Esquerda-vista leste) e 002 (Direita-vista oeste)
Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

A “taipa de mão”, também conhecida como “taipa de sapo” e “pau-a-pique”, de acordo com a Rede Ibero Americana de Arquitetura e Construção com Terra (PROTERRA), se enquadra como uma “técnica mista”, terminologia esta utilizada para identificar as técnicas que tem como princípio a presença de um sistema estrutural, o entramado, sendo de madeira ou bambu, que suporta o enchimento e revestimento de terra (GARZÓN, 2011) [2]. Por se tratar de uma técnica que apresenta matéria prima abundante, não gerar resíduos na ausência de componentes industrializados, requer baixa energia e ter baixa emissão de carbono para a sua produção, (JOAQUIM, 2015) [3], ambientalmente, a técnica mista pode ser considerada uma técnica sustentável e uma alternativa para o setor da construção civil.

A técnica mista foi utilizada em ambas as Unidades Habitacionais a partir de painéis pré-fabricados. Na Unidade 001, foram experimentados painéis medindo 3,00 x 2,40m e 1,50 x 2,40m, de pilar a pilar, com a interface (painel-pilar) preenchida com resina de mamona (Figura 2). Na Unidade 002, foram utilizados quatro painéis modulares medindo 0,75 x 2,40m para preencher o vão de 3m. A interface (painel-pilar e painel-painel) em junta seca foi resolvida colocando mata-juntas (2,5 x 5,0 cm) em ripas de madeira (Figura 3).

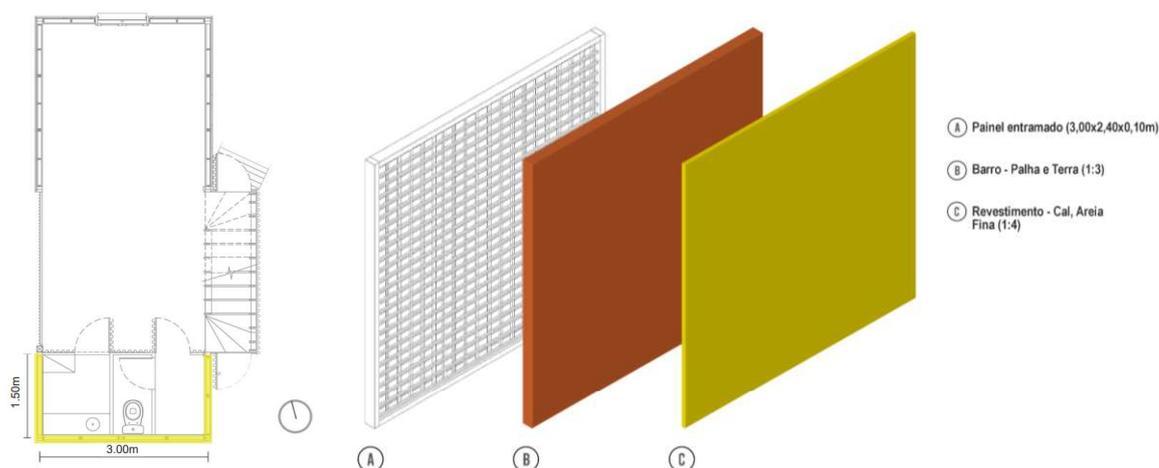


Figura 2: Planta e detalhamento dos painéis em taipa de mão da Unidade 001 (Nomads) Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

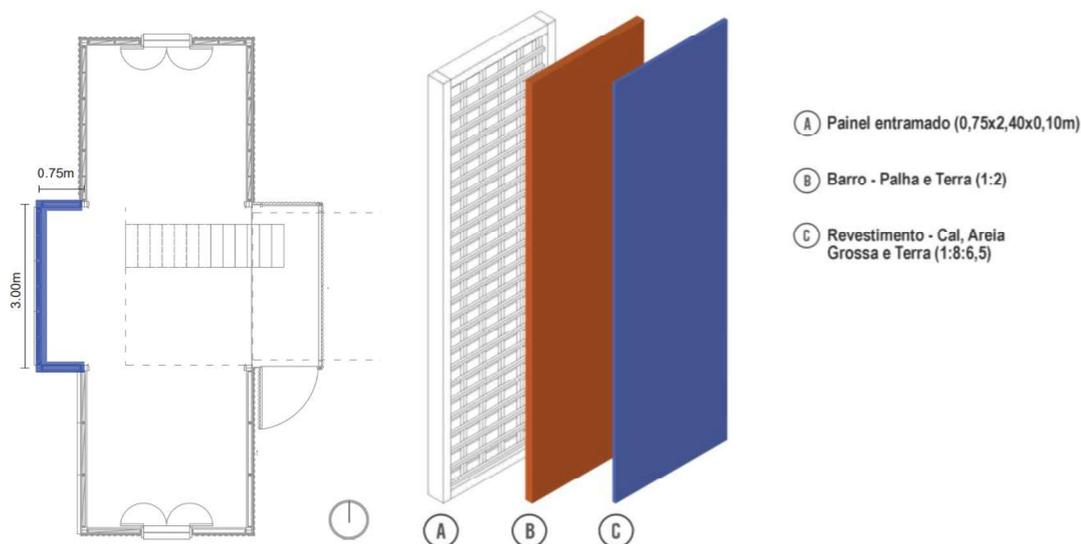


Figura 3: Planta e detalhamento dos painéis em taipa de mão da Unidade 002 (Habis) Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

Como proposto inicialmente em 1995, este artigo tem como objetivo avaliar a durabilidade dos 9 painéis aplicados na Unidade 001 e dos 18 painéis modulares utilizados na Unidade 002, ambas empregando a taipa de mão.

Assim como qualquer outro sistema construtivo, a taipa de mão prescinde durante todo o processo de construção, atenção a seus detalhes construtivos como proteção contra as ações do tempo e de características de implantação para que após a sua ocupação, as edificações mantenham a sua funcionalidade e durabilidade (LOPES, 1998) [4]. Portanto, a análise feita nesta pesquisa não considera os painéis como objetos isolados, mas tendo em vista a relação entre as características específicas de projeto, produção, operação e manutenção do edifício como elementos fundamentais para a compreensão de seu desempenho em durabilidade.

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada foi adaptada de Souza (1981) [5] seguindo as seguintes etapas:

- a) Identificação da Exigência de Usuário;
- b) Caracterização das edificações e suas condições projetuais;
- c) Caracterização das condições de exposição (implantação);
- d) Estabelecimento dos requisitos (qualitativos) e dos critérios de desempenho (quantitativos) a serem atendidos;
- e) Desenvolvimento de planilhas de identificação das manifestações patológicas e análise de suas possíveis causas;
- f) Avaliação do desempenho com verificação do atendimento dos requisitos e critérios estabelecidos.

Dentre as diversas exigências do usuário aplicáveis a edificações listadas pela ISO/DO 6241, que servem como base para a avaliação de desempenho no método de SOUZA (1981) [5], a definida para a presente pesquisa foram as Exigências de Durabilidade.

Para compreender o desempenho dos edifícios ao longo de sua vida útil, é necessário elencar o conjunto de ações que atuam sobre eles, assim como essas se relacionam com suas particularidades de projeto. Os respectivos dados foram coletados a partir de visitas técnicas acompanhadas da constante leitura e revisão dos relatórios de pesquisa elaborados entre 1996 e 2000 para a FAPESP (Proc.95/9716-9), que descrevem detalhadamente as etapas de construção, estabelecendo a caracterização dos edifícios, seu design e condições de exposição.

Para avaliar a durabilidade dos painéis de técnica mista dos dois edifícios, foram definidos requisitos (qualitativos) e critérios (quantitativo) a serem atendidos.

Os requisitos estabelecidos se constituem a partir da integridade do revestimento, sendo inadmissível a presença de frestas entre os painéis e a estrutura principal de madeira, desprendimento do reboco expondo a estrutura interior do entramado e a presença de fissuras, sendo o critério admissível para a presença de frestas e fissuras de que sejam inferiores a 1mm de espessura

A verificação dos critérios e requisitos é realizada por uma análise visual das manifestações patológicas, incluindo fissuras, manchas e desprendimentos. Para isso, modelos fotogramétricos das edificações foram desenvolvidos a partir de fotografias das fachadas por meio de voos de drone. Para esta pesquisa, um drone de modelo "Dji Mavic Air 2" (Figura 4) foi pilotado com autorização da prefeitura do campus.



Figura 4: Drone Mavic Air 2 capturando as fachadas da Unidade 001 Unit (Esquerda), Foto capturada (Direita). Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

A fotogrametria foi elaborada utilizando o software de processamento de nuvens de pontos *Agisoft Metashape Pro* e posteriormente editada no software *Cloud Compare* (Figura 5) no Laboratório de Desenho Digital do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP).

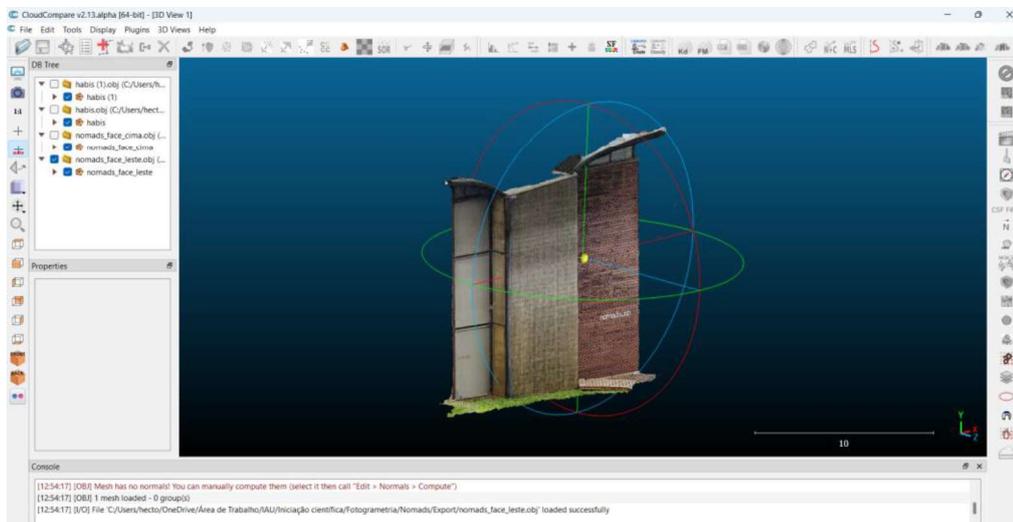


Figura 5: Modelo tridimensional da face Leste do 001 no software Cloud Compare. Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

Por fim, foi desenvolvido uma planilha de identificação das manifestações patológicas, levantadas durante a pesquisa, juntamente com todos os dados coletados de implantação e de projeto. Cada painel passou então pelo processo de verificação e classificação com base no atendimento ou não aos requisitos e critérios definidos.

3. Resultados

Um dos produtos da pesquisa é a planilha de identificação de patologias, que além dos registros dos defeitos observados em cada fachada, contém dados sobre o edifício a ser avaliado, como sua localização, planta baixa e perspectiva. A planilha também contém a caracterização do projeto do painel com sua composição em camadas (Figura 6 e 7).



Figura 6: Fichas de Identificação de Manifestações Patológicas da Unidade 002 Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

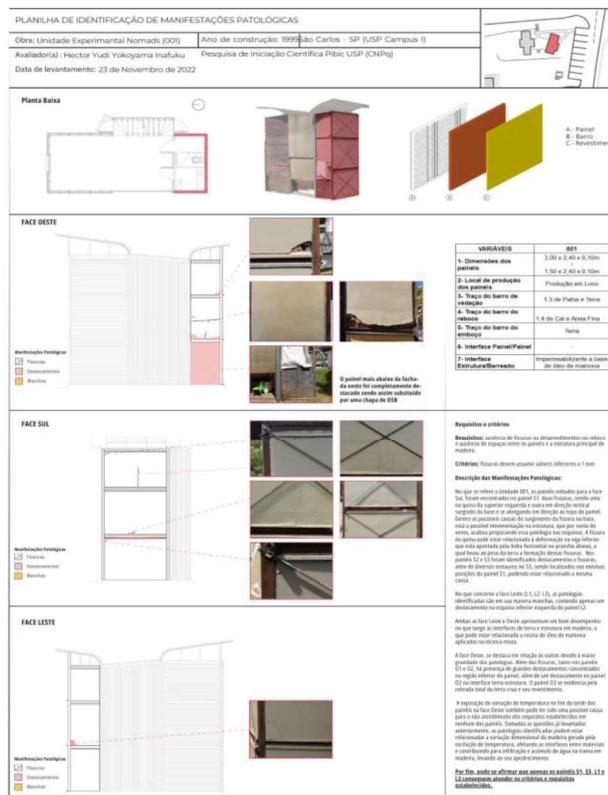


Figura 7: Fichas de Identificação de Manifestações Patológicas da Unidade 001 Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

A Unidade 002, de 2 pavimentos, conta com 12 painéis modulares de 0,75 x 2,40m e 6 de 0,75 x 0,30m posicionados nas faces Norte, Oeste e Sul (Figura 2).

A Unidade 001, de 3 pavimentos, apresenta um total de 9 painéis inteiros com as dimensões: 3,00 x 2,40m na face Sul; 1,20 x 2,40m nas faces Leste e Oeste.

Dos nove painéis avaliados do 001, quatro atenderam todos os requisitos e critérios estabelecidos, sendo dois situados na face Sul e dois na face Leste. Os 3 painéis da face Oeste não atenderam aos requisitos.

No 002, do total de 18 painéis avaliados, apenas quatro atenderam os requisitos e critérios definidos, sendo três presentes na face Sul e um na face Norte. Os painéis da face Oeste, foram completamente destacados, a parede do pavimento inferior foi substituída por vedação em chapa OSB sobre o quadro de madeira serrada.

4. Análises dos Resultados

Em uma análise comparativa, as dimensões e a quantidade de manifestações patológicas do 002 foram significativamente maiores, tendo 6 manchas, 13 fissuras e 14 destacamentos, em contraposição ao 001, com 5 manchas, 6 fissuras e 5 destacamentos (Tabela 1). Ao todo, apenas 22% dos painéis do 002 atenderam aos critérios e requisitos estabelecidos, enquanto que no 001 foi de 44%.

Tabela 1: Síntese da Avaliação de Desempenho dos painéis de taipa de mão das Unidades 001 e 002

Edificação	Painéis Avaliados	Manifestações Patológicas			Painéis que atendem os Critérios e Requisitos
		Manchas	Fissuras	Destacamentos	
001	9	5	6	5	4 (44%)
002	18	6	13	14	4 (22%)

Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

A avaliação dos painéis das unidades experimentais após os 25 anos de exposição sem manutenção, indica que as fachadas Sul e Leste da Unidade 001 e a fachada Sul da Unidade 002 tiveram desempenho aceitável, sem manifestações patológicas identificadas, o que indica a importância da orientação em relação ao sol.

A durabilidade da taipa de mão depende muito da execução e do detalhamento construtivo bem feito das interfaces entre os painéis e o barro. Sendo a umidade o principal fator de deterioração da taipa (LOPES, 1998) [4], o destacamento quase total da fachada Oeste da Unidade 002 está relacionada à solução adotada em painéis modulares de 75cm com as juntas dos quadros expostas e coberto com uma mata-junta em ripa de madeira. Com a exposição à alta radiação solar e as variações dimensionais ocorridas na madeira ocasionaram a infiltração e acúmulo de água de chuva, provocando o início do apodrecimento da madeira da trama, e consequente perda da sustentação causando o destacamento da terra.

Desta forma pode-se concluir que a principal causa da diferença de desempenho entre as duas edificações esteja relacionada à adoção de painéis modulares de 75cm com os quadros expostos, o que difere da solução de painel único de 3m vedando o vão total de pilar a pilar, a solução adotada para Unidade 001.

Outro aspecto a ser destacado na Unidade 001 foi o uso da resina de mamona na interface entre o revestimento e o pilar, um componente flexível que possibilitou absorver a dinâmica das alterações dimensionais distintas dos dois materiais, evitando o surgimento das frestas entre o painel (terra) e o pilar de madeira, garantindo o bom desempenho ao longo de 25 anos.

5. Considerações Finais

A técnica-mista, apesar de apresentar inúmeras qualidades em termos econômicos, técnicos, sociais e ambientais, assim como qualquer outro processo construtivo, é imprescindível o planejamento prévio, em que seja realizado um estudo de implantação e análise da viabilidade técnica visando o melhor desempenho, durabilidade e funcionalidade da edificação (LOPES, 1998) [4].

Após cerca de vinte e cinco anos de uso, a pesquisa que gerou as Unidades Experimentais de Habitação 001 e 002 continua como objeto de pesquisa, permitindo inúmeras investigações sobre o desempenho dos 5 subsistemas (estrutura, vedação, esquadrias, cobertura e instalações) como foi proposto no projeto de Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes da FAPESP. Cabe destacar que os fatores das condições de exposição foram cruciais para o desempenho das técnicas-mistas no subsistema de vedação. Para isso, na etapa de projeto, é imprescindível que sejam elaborados instrumentos, técnicas e processos construtivos que permitam garantir que as paredes em taipa de mão apresentem a durabilidade e desempenho desejado, considerando as condições de exposição que serão expostas.

Compreendendo a taipa de mão como uma técnica ainda muito estigmatizada, sendo muitas vezes associada a ‘pobreza e insalubridade’, pelo senso comum, o estudo científico sobre esta técnica tradicional permite contribuir para o combate a essas percepções prejudiciais e equivocadas e abrir novas perspectivas para mudança necessária na construção civil, que buscam soluções mais sustentáveis e menos predatória.

Referências

- [1] INO, Akemi; SHIMBO, Ioshiaqui; TRAMONTANO, Marcelo. Projeto Jovens Pesquisadores Proc. FAPESP nº 95/9716-9, "Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua". 2000.
- [2] GARZÓN, Lucía Esperanza. "Técnicas mistas". **Técnicas de construção com terra**, Bauru - SP, Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011. Disponível em: <<https://redeterrabrasil.net.br/publicacoes-proterra/>>
- [3] JOAQUIM, Bianca dos Santos. "TERRA E TRABALHO: O lugar do trabalhador nos canteiros de produção da Arquitetura e Construção com Terra". Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Carlos, 2015
- [4] LOPES, Wilza Gomes Reis; INO, Akemi. Taipa de Mão no Brasil: Levantamento e análise de construções. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Carlos, 1998
- [5] SOUZA, Roberto de. Avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO ÀS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, São Paulo, 25 a 28 de Outubro de 1981. Anais... São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1981, v1 p 247-256
- [6] INAFUKU, Hector Yudi Yokoyama. "Avaliação de Desempenho de painéis em Taipa de mão: Edificações Experimentais de Habitação 001 (Nomads) e 002 (Habis)". In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA USP - SIICUSP, São Carlos, Universidade de São Paulo, 2023.

Levantamento e estudo das edificações em CLT (Cross Laminated Timber) no Brasil

Survey and studies of CLT buildings in Brazil

Tayane Yuri Mezo, Graduando, Universidade de São Paulo

tayane_yuri@usp.br

Akemi Ino, Professora Livre docente, Universidade de São Paulo

INOakemi@sc.usp.br

Resumo

Ao longo dos últimos anos, a necessidade de construir edificações com um menor impacto ambiental vêm apontando uma tendência mundial em explorar e difundir a construção com madeira engenheirada, incluindo-se neste grupo o Cross-Laminated Timber (CLT). No Brasil, a implementação desse material relativamente novo ainda é insipiente, mas já apresenta um aumento significativo da sua utilização. Considerando a carência da literatura nacional que compila desenhos e soluções técnicas dos projetos em CLT, esta pesquisa realiza um levantamento de obras sistematizadas em Fichas Técnicas contendo detalhes de interfaces e uma síntese da descrição do uso dos painéis CLT de cada obra.

Palavras-chave: *Cross-laminated Timber; CLT; Construção em madeira*

Abstract

In recent years, the need to construct buildings with reduced environmental impact has led to a global trend in exploring and promoting the use of engineered wood construction, including Cross-Laminated Timber (CLT). In Brazil, the implementation of this new material is still in its early stages, but there has already been a significant increase in its use. Considering the lack of national literature compiling drawings and technical solutions for CLT projects, this research carried out a survey of construction projects systematized in Technical Data Sheets containing details of interfaces and a summary description of the use of CLT panels in each project.

Keywords: *Cross-laminated Timber; CLT; Timber Construction*

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, a necessidade de construir edificações com um menor impacto ambiental vêm apontando uma tendência mundial em explorar e difundir a construção com madeira engenheirada, incluindo-se neste grupo o Cross-Laminated Timber (CLT) como é conhecido no exterior. No Brasil, a implementação desse material relativamente novo ainda é insipiente, mas já aponta um potencial futuro para utilização intensiva desta tecnologia. Estudos e pesquisas de diversos países consideram a madeira como um material com características mais sustentáveis, capazes de substituir o uso estrutural de materiais como o aço e o concreto na construção de edifícios. No contexto brasileiro, o concreto é o principal material utilizado na construção civil. Estima-se que para cada tonelada de cimento produzida no Brasil são emitidos 600 kg de CO_2 . No caso da madeira utilizada no CLT, o "carbono" é sequestrado durante o crescimento da árvore e assim, apesar de toda a energia usada na extração e processo de fabricação do CLT, há uma compensação que resulta em "crédito positivo" e ainda, o carbono fica armazenado nas edificações [1]. Por isso, o seu uso tem se tornado cada vez mais intenso mundialmente no setor da construção civil. Atualmente existem duas empresas que comercializam o material no Brasil: a CROSSLAM [2] e a URBEM (AMATA)[3]. A CROSSLAM está localizada na cidade de Suzano e é pioneira na produção de painéis CLT no país. Em seu acervo de projetos concluídos e também no panorama geral de obras do país, há a predominância do uso da tecnologia em edifícios de pequeno porte de até dois pavimentos, o que reflete uma produção ainda "incipiente" quando comparada a edificações em CLT construídas em outros países. Fato que *Oliveira et al (2018)* afirma ser naturalmente compreensível em razão do tempo de implantação no país da tecnologia em questão. No entanto, mesmo o acervo de projetos nacionais em CLT sendo relativamente pequeno, é possível observar uma tendência de intensificação do uso deste material. Com a implantação da fábrica da URBEM em 2022 aponta para uma possível mudança de cenário da construção civil nacional para uma nova fase de uso do CLT. Neste contexto há uma demanda crescente de profissionais com conhecimento da sua aplicação em projetos, assim, é essencial entender a forma como o CLT vem sendo utilizado nas edificações. A construção de um banco de dados que reúna as informações técnicas sobre as soluções construtivas adotadas nas obras levantadas. O presente artigo apresenta um levantamento da forma de uso do CLT nas edificações nacionais, realizadas até o momento, sistematizado em tabelas os exemplos de obras construídas em madeira, demonstrando as diferentes soluções de projeto que podem ser adotadas para esse tipo de construção.

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa parte do levantamento inicial de edificações construídas em CLT no Brasil de Oliveira [4], que compilou os projetos existentes no período de 2012 a 2018. A partir dessa referência, foi realizada uma complementação do levantamento, contatando a empresa produtora do CLT, compilando os projetos construídos de 2018 até 2024. As informações mais detalhadas dos projetos foram obtidas por meio de contato direto com os projetistas e organizada em uma ficha técnica (exemplo Casa Cabra), e a relação das obras levantadas foram organizadas em tabelas com informações básicas (Tabela 1 e 2). A geolocalização das obras está na figura 1, indica ainda, uma concentração das obras próximo à empresa produtora. A pesquisa deu ênfase aos sistemas de parede e de cobertura compostos pelos painéis CLT para sistematizar os detalhes construtivos. Da relação de obras levantadas, foram selecionados alguns projetos como estudo de caso para realizar o estudo mais detalhado, o

critério adotado foi a acessibilidade às informações disponibilizadas para análise. No presente artigo, será apresentado o estudo de caso da Casa Cabras (item 3.1), como forma de exemplificar a sistematização e análise realizada pela pesquisa.



Figura 1. Mapeamento dos projetos em CLT construídos no Brasil

3. Relação de obras levantadas com base no acervo da empresa CROSSLAM¹

Tabela 1: Levantamento de projetos habitacionais em CLT

Imagem	Nome do projeto	Ano	Sistema construtivo	Área (m ²)	Projeto arquitetônico	Local
	Bau Brasil	2012	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT	62	-	Tiradentes (MG)
	Casa Maria e José	2015	vedações externas e internas de CLT.	1350	Sérgio Sampaio	Itu (SP)
	Piracaia	2015	estrutura composta por painéis de CLT atuando como vedações estruturais e cobertura composta por vigas de MLC.	300	Home Projetos	Piracaia (SP)
	Casa Jurumirim	2015	estrutura composta por paredes de CLT estruturais, lajes de cobertura de CLT, brises e cobertura de MLC.	900	Sérgio Sampaio	Avaré (SP)
	Kurumin	2016	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT	370	Galvez e Marton	Itu (SP)
	Casa Mantiqueira	2016	pilares e vigas metálicas, paredes e lajes de cobertura de CLT.	1600	Beatriz Meyer	Pindamonhangaba (SP)

¹ CROSSLAM. Crosslam Projetos, 2024. Acervo digital de projetos da empresa CROSSLAM. Disponível em: <<https://crosslam.com.br/projetos/>>. Acesso em: 01 de abr.2024.

	Casa Sans Souci	2017	estrutura híbrida composta por pilares e vigas metálicas no pavimento térreo, com vedação de wood-frame. No segundo pavimento, paredes estruturais e lajes de piso de CLT, cobertura de MLC e OSB	525	Home Projetos e Obras	Valinhos (SP)
	Casa Pier	2017	estrutura de cobertura central, composta por lajes de CLT, pilares de MLC e vigas metálicas invertidas.	350	Sérgio Sampaio	Avaré (SP)
	Tipuana	2018	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC.	270	A3 Arquitetura	Bertioga (SP)
	Casa Village Do Itamaracá	2018	estrutura composta por painéis de CLT em paredes, lajes de piso e de cobertura, sustentadas por vigas metálicas invertidas	285	Home Projetos e Obras	Valinhos (SP)
	Casa Bosque	2018	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC.	600	Tropicália Arquitetura	Resende (RJ)
	Minimod Curucaca	2018	estrutura modular composta por paredes, lajes de piso e cobertura de CLT.	90	MAPA Arquitetos	Bom Retiro (SC)
	Casa Toca	2019	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT e vigas de MLC.	270	Arkitito	São Paulo (SP)
	Casa Avaré	2021	estrutura composta por painéis de CLT atuando como vedações estruturais e lajes de cobertura sustentadas por vigas metálicas invertidas.	510	Sérgio Sampaio	Avaré (SP)
	Minimod Catuçaba	2021	estrutura modular composta por paredes, lajes de piso e cobertura de CLT.	45	MAPA Arquitetos	Fazenda Catuçaba, São Luiz do Paraitinga (SP)
	Casa da Baleia	2021	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT (apenas segundo pavimento)	-	Galvez e Marton	São Sebastião (SP)
	Casa Itamambuca	2021	paredes, lajes de piso e cobertura de CLT, no segundo pavimento, e módulos de CLT soltos para configurar os ambientes fechados do pavimento térreo.	450	Gui Mattos	Ubatuba (SP)

	Cajamar	2021	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC.	320	Todescan Siciliano	Cajamar (SP)
	Casa Gonçalves	2022	estrutura composta por paredes estruturais e lajes de piso de CLT, vigas de MLC, vedação e cobertura em Wood Frame.	60	Carlos Verna	Gonçalves (MG)
	Ateliê Butantã	2022	estrutura composta por paredes estruturais de CLT.	80	Barossi Nakamura Arquitetos	São Paulo (SP)
	Casa Larissa	2022	estrutura composta por paredes de CLT estruturais e cobertura de MLC.	400	Sérgio Sampaio e Felipe Rodrigues	Sumaré (SP)
	Casa Pica Pau	2022	estrutura composta por paredes estruturais de CLT, pilares e vigas de MLC para estruturação da cobertura	400	Estúdio Guto Requena	Atibaia (SP)
	Casa Fazio	2022	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT, estrutura metálica auxiliar (pilares e vigas)	750	Sérgio Sampaio	Barueri (SP)
	Residência Terras da Alvorada	2023	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT (apenas segundo pavimento)	435	Home Arquitetos	Itupeva (SP)
	Residência RJ	2023	estrutura composta por vigas de MLC, paredes estruturais de CLT, estrutura metálica auxiliar.	2350	BCMF Arquitetos	Nova Lima (MG)
	Casa da Montanha	2023	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC.	510	Franthesco Spautz Arquitetura	Urubici (SC)
	Casa em Piedade	2024	estrutura composta por paredes estruturais e lajes de cobertura de CLT.	140	Nitsche Arquitetos	Piedade (SP)
	Modular 5.5	2024	estrutura composta por paredes estruturais e lajes de cobertura de CLT.	-	Una BV	-

Fonte: Elaborado pela autora com base no levantamento realizado pela pesquisa, 2024

Tabela 2: Levantamento de projetos institucionais e comerciais em CLT

Imagem	Nome do projeto	Ano	Sistema construtivo	Área (m ²)	Projeto arquitetônico	Local
	Módulo Inhotim	2016	estrutura modular, composta por paredes estruturais, laje de piso e de cobertura de CLT	18	Gabriela Silva e Leo Ruas	Belo Horizonte (MG)

	Escola Concept	2019	estrutura composta por pilares, vigas e contraventamentos de MLC, e lajes de cobertura de CLT		Triptyque	São Paulo (SP)
	Escola PMS	2019	estrutura composta por paredes estruturais e lajes de cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC.	2000	Prefeitura de Suzano	Suzano (SP)
	Fazenda Barreiro	2020	estrutura composta por painéis de CLT atuando como vedações estruturais e lajes de cobertura sustentadas por vigas metálicas invertidas.	170	Terra Capobianco	Socorro (SP)
	Unicred	2021	Estrutura composta por painéis de CLT atuando como vedações estruturais e lajes de cobertura	2200	Arquitetura Nacional	Porto Alegre (RS)
	Reserva Pituba	2023	estrutura composta por pilares e vigas de MLC, paredes estruturais e lajes de cobertura de CLT	175	Una BV	
	PUC Rio	2023	estrutura composta por paredes estruturais, lajes de piso e cobertura de CLT, pilares e vigas de MLC	275	Marcelo Bezerra e Luciano Alvares	Rio de Janeiro (RJ)
	Praia da Grama	2021	estrutura de cobertura composta por vigas de MLC e painéis de OSB, apoiadas em vigas e pilares metálicos, além de laje de CLT na entrada e brises de MLC. Edificações de CLT para guarita e torre de controle (laje de cobertura e paredes).	3200	Gui Mattos	Itupeva (SP)

Fonte: Elaborado pela autora com base no levantamento realizado pela pesquisa, 2024

3.1. Estudo de Caso : Casa Cabras

As informações, dados técnicos e os detalhes construtivos relativos às obras levantadas foram organizadas em 3 partes: 1) Descrição do projeto; 2) Descrição do sistema de paredes; e 3) Descrição do sistema de cobertura.

3.1.1. Descrição do projeto

O projeto arquitetônico Casa Cabras foi projetado pelo escritório MAPA Arquitectos, é uma casa de campo com superestrutura em painéis CLT apoiados sobre base de concreto, com instalações projetadas respeitando a especificidade de uma construção pré-fabricada. A montagem dos painéis foi realizada *in loco* e devido ao sistema de pré-fabricação e planejamento de obras o trabalho no canteiro de obras foi muito rápido e em apenas três semanas foram concluídos toda parte de vedação e cobertura.



Figura 2. Vista externa, MAPA Arquitectos, 2020

3.1.2. Descrição do sistema de paredes

A edificação possui 8 tipos de composições de paredes estruturais em CLT, identificadas por P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 (Figura 3) e nas Figuras 4 e 5 estão apresentadas a composição das paredes Internas e Externas, respectivamente. Em especial, a denominação P1 está sendo utilizada tanto para Pilar como para parede estrutural. Neste conjunto, apenas as paredes do tipo P6 e P8 não possuem o CLT como seu arcabouço estrutural, ou seja, não tem função estrutural.

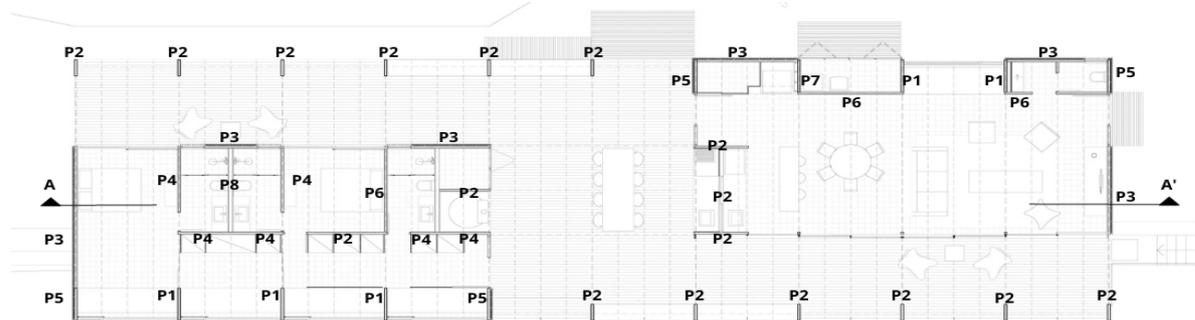


Figura 3. Planta simplificada com indicação dos tipos de paredes externas e internas, MAPA Arquitectos (adaptado), 2023



Figura 5. Paredes Externas, MAPA Arquitectos, 2020

Figura 4. Paredes Internas e Pilar, MAPA Arquitectos, 2020

3.1.3. Descrição do sistema de cobertura



Figura 7: Isométrica com indicação dos detalhes A, B, C e D, Timbau, 2023

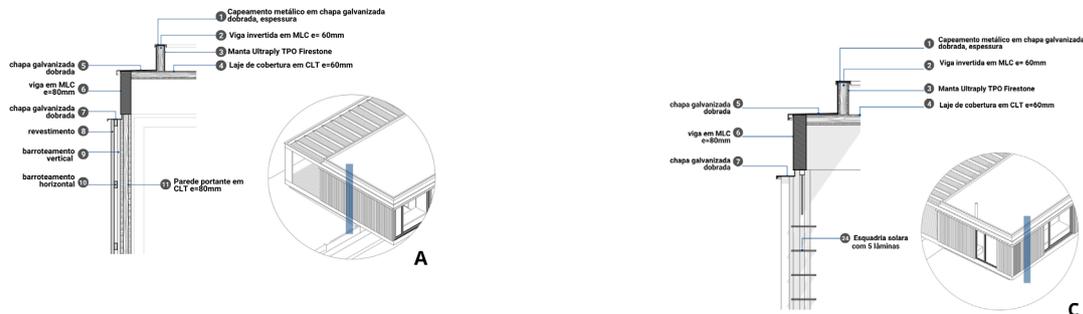


Figura 8. Detalhe A - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado), 2020

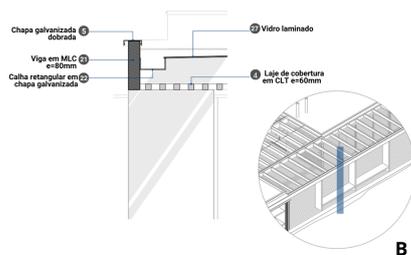


Figura 9: Detalhe B - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado), 2020

Para análise do sistema de cobertura é possível destacar a composição de componentes presentes nos cortes A, B, C e D - indicados na perspectiva da figura 7. Nos casos destacados é possível observar o emprego do Painel CLT tanto na função de Parede Estrutural (e=80mm) como em função de laje de cobertura (e=60mm). Observa-se também a presença de vigas de MLC para receber as lajes de CLT e vencer o vão das aberturas, as quais descarregam nas paredes estruturais de CLT.

4. Considerações finais

De uma maneira geral, a pesquisa conseguiu sistematizar os dados técnicos e os detalhes construtivos adotados nos projetos levantados e confirma a falta de informações mais específicas e detalhadas sobre as obras, indicando a importância destes dados para incentivar estudantes e profissionais na escolha do uso CLT em seus projetos. Com a implementação relativamente recente da tecnologia no país, ainda existem muitas dúvidas sobre como projetar utilizando os painéis CLT. Dessa forma, a sistematização realizada do levantamento das obras recentes, e a compilação de soluções técnicas adotadas em projetos executados em CLT no Brasil, nos estudos de caso, podem contribuir para a difusão e incentivo ao uso desta tecnologia no país.

Figura 10. Detalhe C - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado), 2020

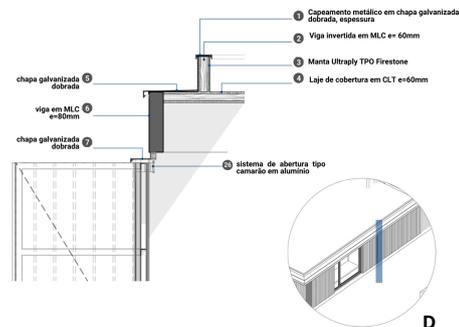


Figura 11: Detalhe D - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado), 2020

Referências

- [1] PASSARELLI, R. N. **Cross Laminated Timber: Diretrizes para o projeto de painel maciço em madeira no Estado de São Paulo**. 2013. 274 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- [2] CROSSLAM. Crosslam Projetos, 2024. Acervo digital de projetos da empresa CROSSLAM. Disponível em: <<https://crosslam.com.br/projetos/>>. Acesso em: 01 de abr.2024.
- [3] URBEM. Madeira engenheirada solucionando as dores da construção civil. Disponível em: <<https://urbembr.com>>. Acesso em: 01 de abr.2024
- [4] OLIVEIRA, G. L.. **Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho**. Recomendações para o processo do projeto arquitetônico. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018

Regeneração de bairros periféricos: desenvolvimento sustentável e identidade local

Regeneration of peripheral neighborhoods: sustainable development and local identity

Gabriel Fernando de Oliveira

gfernandoo@edu.unisinos.br

Vanessa Bock

vanessabk@edu.unisinos.br

Patricia de Freitas Nerbas

fnerbas@unisinos.br

Resumo

As estratégias sustentáveis, se adaptadas à identidade de cada local, podem contribuir para a regeneração socioambiental de bairros com populações em situação de vulnerabilidade social. Neste contexto, o principal objetivo desse estudo é identificar e sistematizar os padrões de desenho urbano, propostos no livro *Uma Linguagem de Padrões* e relacionar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Propondo um estudo de caso no bairro Santos Dumont em São Leopoldo, focando em suas Áreas Especiais de Interesse Social. A finalidade é sumarizar os padrões passíveis de aplicação, adaptando-os para o contexto local. Os resultados visam contribuir com a regeneração socioambiental do bairro.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Regeneração socioambiental. Desenho urbano. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Bairros periféricos.

Abstract

*Sustainable strategies, if adapted to the identity of each location, can contribute to the socio-environmental regeneration of neighborhoods with socially vulnerable populations. In this context, the main objective of this study is to identify and systematize the urban design standards, proposed in the book *A Language of Patterns*, relating them to the Sustainable Development Goals. Proposing a case study in the Santos Dumont neighborhood in São Leopoldo, focusing on its Special Areas of Social Interest. The purpose is to select those that can be applied, adapting them to the local context. The results aim to contribute to the socio-environmental regeneration of the neighborhood.*

Keywords: Sustainable development. Socio-environmental regeneration. Urban design. Sustainable development goals. Peripheral neighborhoods.

1. Introdução

A discussão sobre bairros periféricos abrange uma série de dinâmicas urbanas e características socioeconômicas. Esses bairros são tipicamente identificados por sua distância dos centros urbanos, habitados por populações de baixa renda e marcados por condições habitacionais e de infraestrutura frequentemente inadequadas [1]. O crescimento desorganizado dessas áreas, muitas vezes em locais sujeitos a riscos ambientais, reforça a sensação de isolamento de seus habitantes, que se veem excluídos do restante da cidade e das decisões do poder público. Associa a periferia à desigualdade, entendendo-a como um reflexo espacial das relações sociais, econômicas e políticas que predominam na sociedade, evidenciando a complexidade e as consequências da segregação espacial [2].

A regeneração socioambiental é um conceito que ultrapassa a sustentabilidade, busca não apenas minimizar impactos negativos, mas também promover a restauração e revitalização dos ecossistemas urbanos. É hora de redefinir nossas visões além da sustentabilidade e considerarmos a regeneração [3].

O livro "Uma Linguagem de Padrões", de Christopher Alexander, Sara Ishikawa e Murray Silverstein, é um marco na arquitetura e no planejamento urbano, destacando-se por sua abordagem inovadora na criação de espaços que valorizam a qualidade de vida e a sustentabilidade. Publicado em 1977, continua a influenciar projetos modernos com sua visão de integração entre seres humanos e o ambiente construído.

Neste contexto, este artigo visa integrar os padrões de design urbano de Christopher Alexander com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no bairro Santos Dumont, São Leopoldo. Focando em áreas de interesse social, propõe-se um modelo de regeneração socioambiental que equilibra fatores sociais, econômicos e ambientais, evitando gentrificação e promovendo inclusão. Englobamos uma projeção futura na qual o bairro será legalmente incorporado à malha urbana, considerando as políticas públicas que habilitam esse processo. Desenvolver uma ferramenta que oriente seu crescimento preservando sua identidade é crucial e pode ser uma medida eficaz para evitar o processo de gentrificação.

2. Procedimentos Metodológicos

O presente texto apresenta resultados preliminares de um estudo exploratório que foi desenvolvido, a partir da revisão bibliográfica sobre os temas relacionados e um estudo de caso único. A revisão bibliográfica sumariza os padrões propostos no livro Uma Linguagem de Padrões que podem ser aplicados em comunidades economicamente vulneráveis e correlaciona estes padrões, com os ODS. A partir da identificação de relações entre os padrões escolhidos e as metas do desenvolvimento propostos pelas organizações das Nações Unidas (ONU), foi possível criar um quadro síntese com estratégias passíveis de aplicação em bairros economicamente vulneráveis. Cada padrão é uma regra que descreve o que você tem que fazer para gerar o resultado desejado [4], o que se alinha com a intenção deste estudo de moldar intervenções urbanas sustentáveis.

O estudo de caso foi usado por ser um meio de organizar dados socioespaciais de um lugar específico. A intenção é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em um contexto específico, a comunidade do Bairro Santos Dumont, na região nordeste de São Leopoldo. Foram coletados dados socioespaciais por meio de análise documental de informações disponíveis sobre o bairro, incluindo dados demográficos, econômicos e espaciais,

o que permitiu uma compreensão mais abrangente do seu contexto socioambiental. Esses dados foram utilizados também, para embasar a seleção dos padrões de desenho urbano e para fundamentar as estratégias propostas para a regeneração socioambiental do estudo de caso.

Dos 94 padrões analisados, 32 padrões não foram selecionados para aplicação. Isso se deve ao fato de que esses padrões não atendem aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ou não se adequam ao estudo de caso específico realizado neste artigo. Esses padrões excluídos foram considerados inadequados para promover a regeneração urbana, o desenvolvimento sustentável e a identidade local no contexto do bairro analisado. Portanto, sua exclusão do conjunto foi uma decisão para garantir a relevância e eficácia das diretrizes propostas no estudo.

Com o intuito de organizar e analisar esses padrões de forma mais eficaz, procedemos à criação de 13 grupos temáticos. Esses grupos foram elaborados considerando tópicos essenciais para o planejamento urbano e para a compreensão abrangente das características socioambientais do bairro. Cada grupo temático aborda uma área específica de interesse, como Planejamento urbano do bairro, Limites do bairro, Sistema viário, entre outros, visando facilitar a análise e interpretação dos padrões estudados. Foram selecionados os padrões de desenho urbano que possuem relação direta com as temáticas de cada grupo identificado. Essa seleção foi guiada pela análise das necessidades e características específicas do bairro Santos Dumont, levando em consideração suas particularidades culturais e infraestruturais.

3. Aplicações e/ou Resultados

A análise socioterritorial inicial do bairro Santos Dumont, em São Leopoldo, revelou dados demográficos, econômicos e espaciais essenciais. Experimentou um aumento populacional de 29.248 para 30.142 habitantes de 2010 a 2022. A região, delimitada por marcos como o Arroio Gauchinho e a BR-116, enfrenta desafios de isolamento apesar dos avanços em mobilidade, como a estação Rio dos Sinos. As Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS) são vitais para a regularização fundiária, ocupando 32% do bairro e visando a habitação social. Contudo, persistem desigualdades socioeconômicas significativas, indicando que a marginalização ultrapassa barreiras geográficas.

Na avaliação dos 94 padrões para as "Cidades" do livro de Alexander, 62 foram selecionados por sua possível aplicabilidade ao bairro em estudo, baseando-se na compatibilidade textual e nos textos e arquivos analisados do IBGE e da SEMHAB. Os padrões estão agrupados em 13 categorias por similaridade.

As figuras subsequentes ilustram como a intersecção Padrão X ODS podem contribuir para a revitalização do bairro.

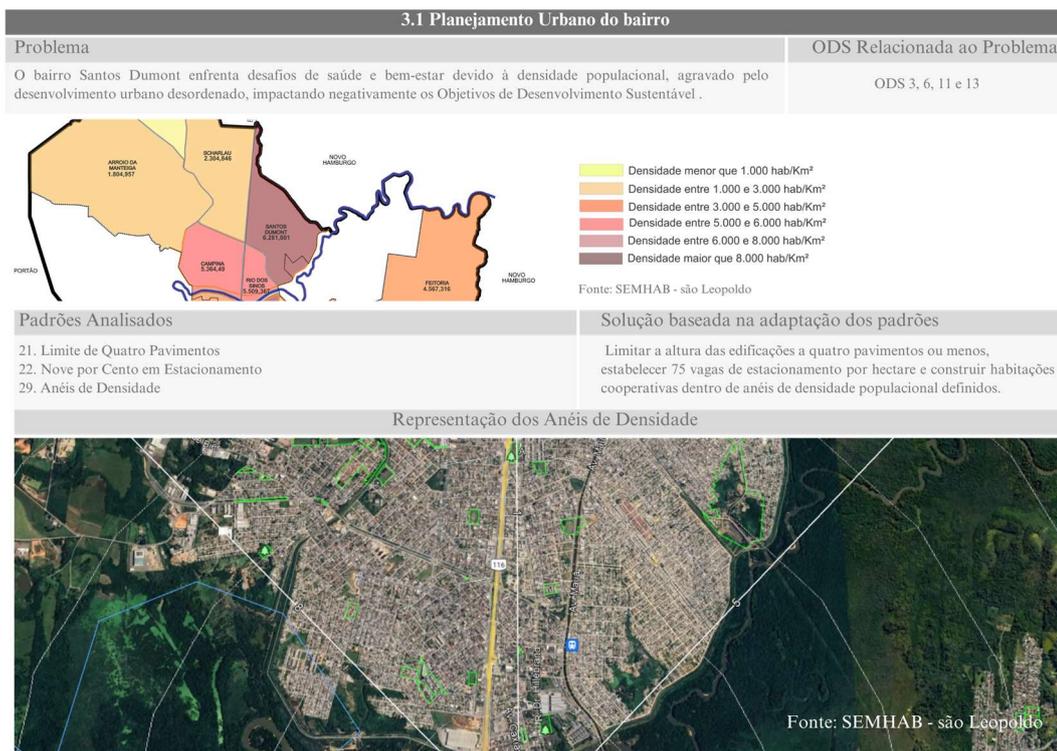


Figura 1: Planejamento Urbano do Bairro

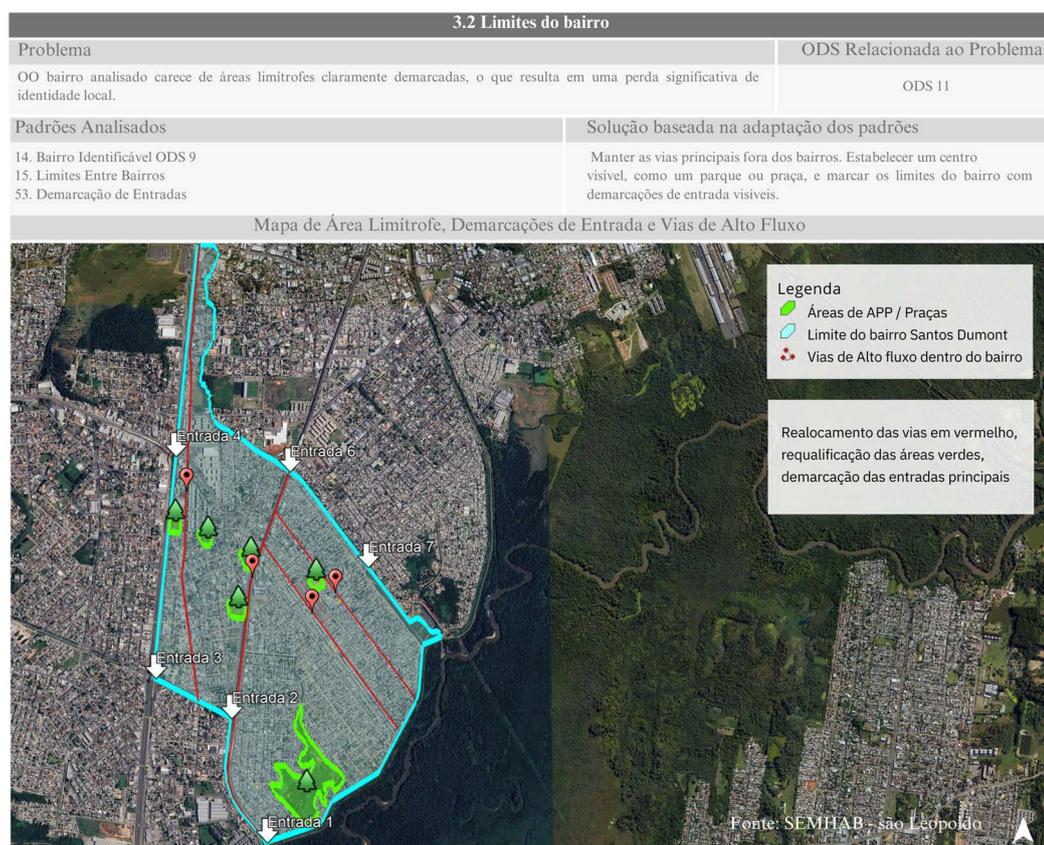


Figura 2: Limite do Bairro

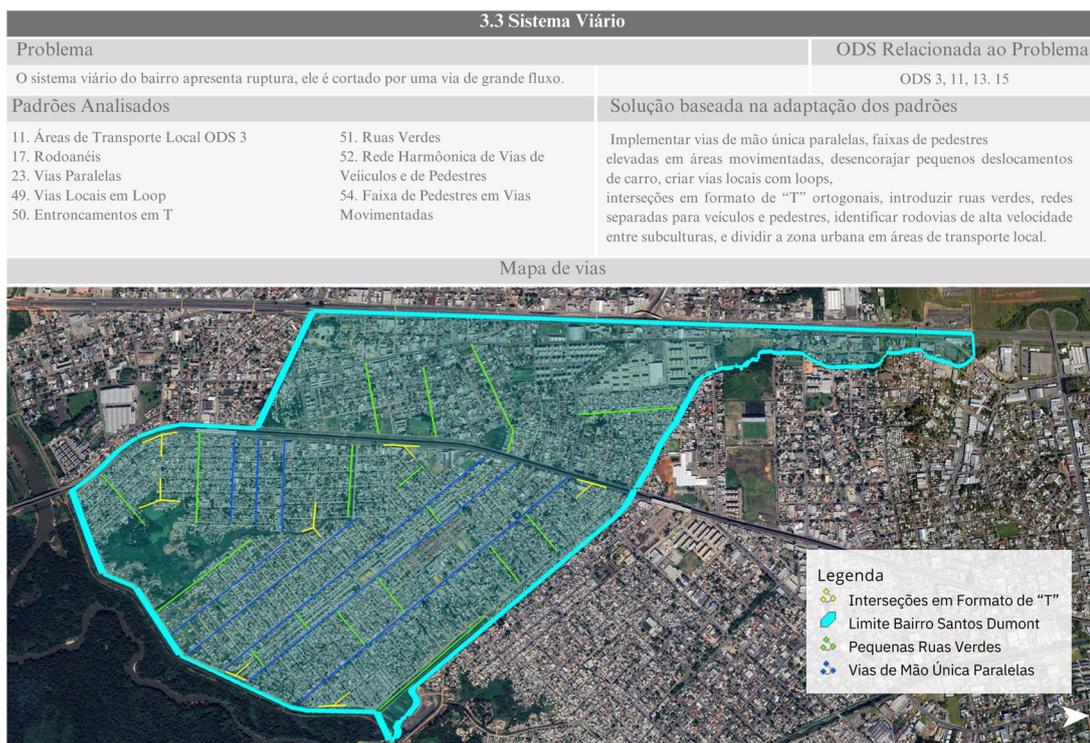


Figura 3: Sistema Viário



Figura 4: Rede de Transporte

3.5 Passeio Público, Cicloviárias, Ciclofaixas e Bicicletários	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
Passeios públicos estreitos, muitos moradores invadiram ao construir.	ODS 3, 11
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
55. Passeios Elevados 56. Cicloviárias, Ciclofaixas e Bicicletários 57. Crianças na cidade	O passeio elevado deve estar elevado 45 centímetros em relação à pista de rolamento e ter uma largura mínima de 3,5 metros. As cicloviárias devem estar próximas às vias locais ou principais vias de pedestres, marcadas com uma superfície vermelha. É necessário criar um sistema de vias exclusivo e seguro para crianças, separado do tráfego de veículos, com semáforos e passarelas nos cruzamentos.

Figura 5: Passeio Público, Cicloviárias, Ciclofaixas e Bicicletários

3.6 Praças e Parques	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
O bairro apresenta poucas áreas verdes e as áreas de preservação permanente (APP) encontra-se ameaçadas pelo avanço desenfreado de ocupações habitacionais.	ODS 3, 6, 11
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
60. Praças Acessíveis 61. Praças Públicas Pequenas 64. Espelho de Água e Riachos 67. Área Externa Coletiva 68. Espaços para Brincar Conectados 69. Ambiente Externo Público 71. Espelho d'água-Piscinas 72. Esportes Comunitários 73. Parques Infantís Rústicos e Dinâmicos 74. Animais	Construir praças a curta distância, ajustando design para subculturas locais. Integrar contemplação da água e elementos aquáticos na urbanização. Instalar sistemas de coleta de água da chuva para transformar ruas em espaços verdes. Distribuir áreas coletivas estrategicamente, incorporando elementos naturais e espaços esportivos convidativos.

Figura 6: Praças e Parques

3.7 Cultura e Identidade Local	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
O bairro apresenta diversas subculturas, porém o movimento de crescimento do bairro impede o desenvolvimento de áreas específicas para a segurança de identidade local.	ODS 11, 16
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
8. Mosaico de Subculturas 13. Limites e Costuras Entre Subculturas 45. Corrente de Projetos Comunitários	Criar diferentes subculturas em áreas específicas do bairro, investindo em infraestrutura e serviços comunitários personalizados para cada uma delas. Estabelecer diretrizes urbanas que considerem a separação entre as subculturas e providenciar espaços físicos para grupos comunitários envolvidos em questões políticas, de serviços, pesquisa e defesa dos direitos civis de cada grupo.

Figura 7: Cultura e Identidade Local

3.8 Economia local	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
O bairro não tem uma economia local fortalecida, e nem há interesse dos moradores devido à falta de políticas públicas que estimulem.	ODS 8, 9, 11, 12
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
19. Rede de Comércio e Serviço 30. Nós de Atividade 32. Rua de Comércio Para Pedestres 33. Vida Noturna 42. Cinturão Industrial 46. Mercado de Diversas Lojas 87. Lojas de Propriedade Individual 88. Café com Mesas na Calçada 89. Mercarias de Esquina	Usar dados demográficos para identificar áreas carentes de serviços e oportunidades comerciais, distribuindo atividades equilibradamente. Propõe agrupar equipamentos comunitários, posicionar áreas industriais próximas a rodovias e regular o tamanho das lojas. Recomenda construir edifícios comerciais com unidades de aluguel pequenas, cafés com espaços internos e externos, e garantir uma mercearia de esquina em cada vizinhança.

Figura 8: Economia Local

3.9 Grupos de Trabalho	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
Grande parte da população do bairro trabalha em áreas distantes da cidade, o bairro não fornece uma rede de apoio econômico efetivo que proporcione oportunidades de emprego.	ODS 8, 11
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
9. Locais de Trabalho Bem Distribuídos 41. Conjunto de Locais de Trabalho 81. Pequenos Centros de Serviço sem Burocracia	Distribuição de locais de trabalho em toda a comunidade, envolvendo a criação de conjuntos de locais de trabalho acessíveis e diversificados, bem como o estabelecimento de pequenos centros de serviço, livres de burocracia excessiva.

Figura 9: Grupos de Trabalho

3.10 Educação	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
A rede educacional do bairro é suprida prioritariamente por uma escola, que atende mais que o dobro da sua capacidade.	ODS 4, 11
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
85. Miniescolas	Miniescolas para cada subcultura, idealmente uma por anel de densidade. Integradas à parte pública das comunidades, essas Miniescolas devem ter três ou quatro salas de aula e estar próximas a outras atividades comunitárias.

Figura 10: Educação

3.11 Alimentação	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
O bairro, não tem nenhuma fonte de produção de alimento, dependendo única e exclusivamente do fornecimento externo.	ODS 1, 2, 6, 11, 15
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
9. Locais de Trabalho Bem Distribuídos 41. Conjunto de Locais de Trabalho 81. Pequenos Centros de Serviço sem Burocracia	Reservar áreas mais altas para fazendas, protegendo-as de desenvolvimentos urbanos. Moradores terão acesso a espaços para interagir com a terra, com grupos designados para cuidar da zona rural. Faixas de solo público serão mantidas ao longo das bordas da água.

Figura 11: Alimentação

3.12 Moradia	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
O bairro Santos Dumont é uma das regiões onde mais apresenta ocupações e invasões de terras evidenciando a falta de moradia digna e de qualidade.	ODS 1, 2, 6, 11, 15
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
35. Diversidade de Domicílios 37. Agrupamento de Moradia 38. Moradias em Fita 39. Moradias Escalonadas 48. Inserção de Moradias em áreas remanescentes 75. A família 76. A Casa para uma Família Pequena 77. Casa para um Casal 78. Casa Para Pessoas Sós 79. Sua Própria Casa 86. Lares Infantis	Diversidade de domicílios para atender às necessidades variadas das famílias. Agrupamento e a inserção de moradias em diferentes configurações, como em fita e escalonadas, especialmente em áreas remanescentes. Os projetos de habitação devem considerar as necessidades específicas de cada família, oferecendo opções para famílias pequenas, casais, pessoas solteiras e lares infantis, promovendo o conceito de "sua própria casa" adaptada a diferentes contextos familiares.

Figura 12: Moradia

3.13 Saúde	
Problema	ODS Relacionada ao Problema
A rede de saúde local está sobrecarregada, moradores tem que se deslocar a outros bairros para ter acesso a serviços básicos de saúde.	ODS 3, 10, 11
Padrões Analisados	Solução baseada na adaptação dos padrões
47. Centros de Saúde	Desenvolvimento de uma rede de pequenos centros de saúde distribuídos pelo bairro, equipados para tratar doenças comuns, mas organizados em torno de atividades recreativas e educacionais que promovam a saúde.

Figura 13: Saúde

4. Conclusão

O estudo em questão objetivou correlacionar os padrões do livro "Uma Linguagem de Padrões" com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, aplicando-os na revitalização socioambiental do Bairro Santos Dumont. A metodologia empregada envolveu uma análise criteriosa dos dados, essencial para fundamentar as recomendações propostas. A sinergia entre a literatura especializada e os ODS foi alcançada, permitindo a criação de um quadro síntese que facilita a integração e aplicação dos padrões ao contexto específico do bairro, resultando em uma estratégia mais efetiva e atualizada para o desenvolvimento sustentável local.

O quadro de correlação utilizado, mostrou-se consistente e viável para a análise socioterritorial aplicada. É um instrumento para identificar estratégias alinhadas com as ODS, passíveis de aplicação no bairro Santos Dumont. Além disso, foi implementado de modo a ser replicável em outras regiões de São Leopoldo, visando melhorar o desempenho e fornecer possibilidades

adicionais de intervenção. Os resultados preliminares indicam que este sistema pode contribuir para a proposição de soluções de sustentabilidade para o bairro Santos Dumont.

Por fim, este trabalho apresenta possibilidades de aplicações futuras, como a análise de bairros vizinhos e a aplicação do método, a relação entre diferentes bairros e a criação de uma cartilha com soluções para os moradores locais, contribuindo para uma vida que esteja alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Referências

- [1] SILVA, Rhafic Concolato da. Produção do Espaço Urbano: Reflexão Teórica Sobre o Bairro Periférico e Popular. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 06, Ed. 04, Vol. 15, pp. 89-99, abr. 2021. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/geografia/periferico-e-popular>. Acesso em: 01 abr. 2024.
- [2] TANAKA, Giselle Megumi Martino. Periferia: conceito, práticas e discursos; práticas sociais e processos urbanos na metrópole de São Paulo. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16137/tde-26052010-133856/>. Acesso em: 01 abr. 2024.
- [3] MATOSO, Marília. A importância do design regenerativo para a sustentabilidade ambiental. *ArchDaily Brasil*, 26 de Agosto de 2023. Disponível em: *ArchDaily Brasil*. Acesso em: 01 abr. 2024.
- [4] ALEXANDER, Christopher. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press, 1977.

Projeto padrão de arquitetura para escola pública – uma ideia eficiente e sustentável?

Standard architectural design for public school – an efficient and sustainable idea?

Larisse Hellen Soares da Silva, mestranda na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

larisse.soares.079@ufrn.edu.br

Gleice Virgínia Medeiros de Azambuja Elali, pós-doutora, professora na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

azambuja.elali@ufrn.br

Resumo

Em muitos setores, notadamente na educação, as políticas na área da construção recorrem a projetos padrão, que são replicados em todo o país em nome da economia de tempo e recursos financeiros. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo analisar aspectos do desempenho térmico de uma destas propostas, diante da diversidade climática do território brasileiro. Para isso, avaliou-se o projeto padrão tipo C para escolas de educação infantil do FNDE considerando a zona bioclimática 7. O estudo, que é uma pesquisa qualitativa, se fundamentou em: (i) avaliação do desempenho térmico da envoltória (quanto à transmitância, absorptância, capacidade térmica e características das aberturas definidos em normativas); (ii) análise das horas ocupadas em conforto, por meio do software *Climate Consultant 6.0*; (iii) investigação dos impactos de cada variável na carga térmica, utilizando um metamodelo baseado na INI-C. A pesquisa demonstrou a insustentabilidade deste tipo de proposta que, ao ser implantada na ZB7, gera desconforto para seus ocupantes, e considerável aumento da dependência de recursos artificiais para climatização. Aponta-se a necessidade de adaptar o modelo arquitetônico a diferentes condições climáticas, ou de se criar modelos arquitetônicos específicos para diferentes realidades.

Palavras-chave: Projeto de escola. Zona bioclimática 7. Sustentabilidade ambiental.

Abstract

In many sectors, notably education, construction policies use standard projects, which are replicated across the country in the name of saving time and financial resources. In this sense, this work aims to analyze aspects of the thermal performance of one of these proposals, considering the climatic diversity of the Brazilian territory. To this end, the standard type C project for FNDE early childhood schools was evaluated considering bioclimatic zone 7. The study, which is a qualitative research, was based on: (i) evaluation of the thermal performance of the envelope (in terms of transmittance, absorptance, thermal capacity and characteristics of openings defined in regulations); (ii) analysis of hours spent in comfort, using the Climate Consultant 6.0 software; (iii) investigation of the impacts of each variable on thermal load, using a metamodel based on INI-C. The research demonstrated the unsustainability of this type of proposal which, when implemented in ZB7, generates discomfort for its occupants, and a considerable increase in dependence on artificial resources for air conditioning. The need to adapt the architectural model to different climatic conditions, or to create specific architectural models for different realities, is highlighted.

Keywords: School project; Bioclimatic zone 7; Environmental sustainability

1. Introdução

Apesar das normativas de desempenho e de investimentos nacionais no campo da educação, muitas cidades brasileiras ainda carecem de infraestrutura adequada em escolas públicas de educação infantil e ensino fundamental, principalmente por falta de verbas e corpo técnico especializado nos municípios para financiar, projetar, licitar e fiscalizar obras. Diante dessa realidade, o governo federal, através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), instituiu o Programa Proinfância, visando suprir a demanda por infraestrutura em escolas públicas de educação infantil. Embora a solução promova agilidade na construção de escolas, o programa dá margem a críticas pelo uso de projetos padronizados para todo o Brasil, ignorando a diversidade cultural, econômica e climática do país.

A padronização projetual deve ser analisada de forma cuidadosa, pois apesar de contribuir para o contexto das deficiências das obras públicas, ao não considerar o clima local e utilizar estratégias pouco compatíveis com a realidade climática, pode comprometer o processo de aprendizagem justamente por não fornecer ambientes adequados ao seu pleno desenvolvimento.

Quanto ao conforto ambiental, estudos apontam que o conforto térmico contribui para a relação harmônica entre o estudante e o ambiente, pois um espaço termicamente confortável contribui para o melhor desempenho dos processos de ensino e de aprendizagem [1],[2],[3].

O próprio Manual e Orientações Técnicas do FNDE traz que a edificação escolar deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico [4], considerando-se as zonas bioclimáticas definidas na NBR 15220-3 [5], bem como o atendimento a níveis de desempenho intermediário (I), para as condições de verão; e, mínimo (M) para as condições de inverno constantes da NBR 15575-1 [6], considerando as exigências do usuário e a natureza das atividades desenvolvidas.

Kowaltowski também defende que os projetos arquitetônicos das escolas sejam individualizados, de modo que considerem as condições do terreno e da localidade onde o prédio será construído, bem como as especificidades da comunidade que vai habitar aquele espaço [7].

Uma pesquisa conduzida pelo professor Peter Barrett e sua equipe de especialistas em projetos de escolas no Reino Unido, mostrou evidências claras de que escolas bem projetadas podem aumentar substancialmente o desempenho acadêmico das crianças em leitura, escrita e matemática. As descobertas dessa pesquisa revelam que certos elementos do projeto são intrínsecos à melhoria da aprendizagem em sala de aula e também ao aumento do desempenho dos funcionários. São eles: luz solar, qualidade do ar interno, qualidade acústica, temperatura, projeto da sala de aula e estimulação [8].

Considerando a importância de promover escolas termicamente confortáveis, sabendo que as temperaturas globais estão aumentando e que o desconforto por calor já é um problema enfrentado no clima semiárido, e entendendo que um projeto genérico pode aumentar os custos de operação e o gasto energético da edificação, esse trabalho objetivou avaliar o desempenho térmico da envoltória do projeto padrão tipo C do programa Proinfância, para o clima quente e seco da Zona Bioclimática 7 (ZB7). A partir disso, propôs-se ajustes visando um projeto arquitetônico mais confortável termicamente, mais eficiente e sustentável para a ZB7.

2. Procedimentos Metodológicos

Trata-se de pesquisa qualitativa, na qual inicialmente foram levantadas as características da envoltória do projeto padrão tipo C, para em seguida avaliá-las de acordo com parâmetros das

NBRs 15220-3 e 15575. Nesse processo, além das normas foram utilizadas referências bibliográficas de artigos que estudaram o mesmo projeto padrão, como Babick e Torres [9].

Em etapa seguinte, foi utilizado um metamodelo que trabalha com os dados da INI-C, um protótipo em desenvolvimento pelo mestrando Allyson Santos, do PPGAU/UFRN, o qual permite avaliar diferentes parâmetros de cobertura, parede e aberturas e sua influência na carga térmica para um dado edifício de uma dada região. Para esse estudo, mais uma vez, utilizou-se os dados bioclimáticos de Teresina no Piauí. Além disso, considerou-se uma zona térmica do edifício térreo localizada a oeste e coberta.

Depois disso, procedeu-se análise da quantidade de horas em conforto para o clima estudado, para isso utilizou-se o software *Climate Consultant 6.0*, alimentado por dados bioclimáticos específicos por localidade para gerar cartas psicrométricas que permitem o levantamento de horas ocupadas em conforto ou em desconforto por calor ou por frio naquele dado clima. No programa, foi selecionado o Modelo de Conforto Adaptativo da ASHRAE Standard 55-2010, o qual considera edificações ventiladas naturalmente, em que os ocupantes se adaptam ao clima tanto através das vestimentas quanto no controle de aberturas.

Os dados climáticos utilizados no estudo foram da cidade de Teresina, Piauí, por considerar que essa cidade apresenta uma das características climáticas mais difíceis de ser tratada com soluções passivas de conforto dentro da zona bioclimática 7. Então, se as soluções pensadas conseguirem aumentar as horas de conforto de uma cidade com características mais extremas, então também aumentarão o conforto nas cidades com medições mais amenas dentro do mesmo clima. Aqui, seguiu-se as etapas sugeridas por Pedrini:

1. Identificar quando o clima proporciona conforto térmico, desconforto ao frio, e desconforto ao calor;
2. Relacionar cada situação com uma resposta por meio de estratégias bioclimáticas:
 - a. Se pouco desconfortável ao calor ou ao frio, é necessário que o ambiente construído compense o desconforto térmico, resfriamento ou aquecendo o ambiente, por meio de recursos passivos;
 - b. Se muito desconfortável ao calor ou ao frio, é necessário isolar o ambiente construído do clima. [10]

Por fim, relacionou-se as estratégias bioclimáticas com os recursos arquitetônicos disponíveis.

2.1. Avaliação do projeto padrão

O Projeto Padrão Tipo C, desenvolvido para o Programa Proinfância, tem capacidade para até 120 crianças, em dois turnos (matutino e vespertino), ou 60 crianças em período integral e foi escolhido por atender à demanda de estudantes matriculados na cidade objeto de estudo. O programa considera ideal a implantação das escolas do Tipo C em terreno retangular com medidas mínimas de 35m de largura por 45m de profundidade, mas não considera a orientação ou o posicionamento do acesso principal para o lote.

A escola em análise é térrea e divide-se em quatro blocos distintos, cada um desempenhando uma função específica. São eles: o administrativo (almoxarifado, sala de professores, secretaria e banheiro de funcionários), o de serviços (cozinha, lavanderias, despensa, vestiários, copa e banheiros de funcionários) e dois blocos pedagógicos (salas de aula e banheiros infantis), conforme se observa na Figura 1.

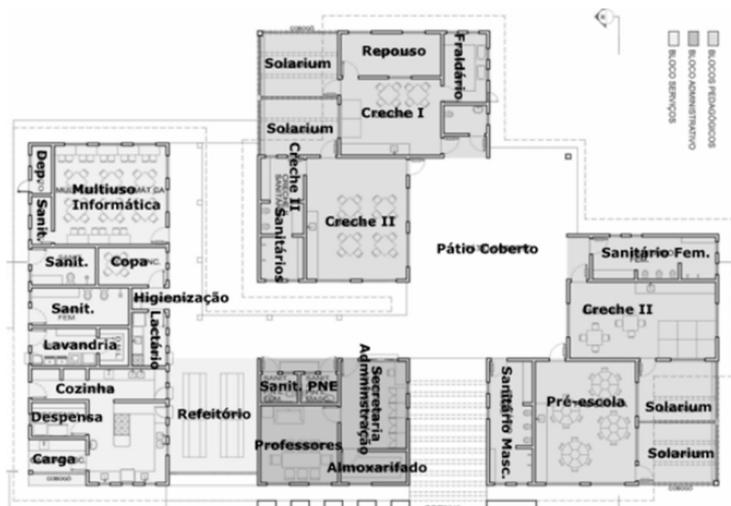


Figura 1: Planta baixa do Projeto Padrão Tipo C. Fonte: Babick, Torres, 2017.

Esses blocos estão interligados por circulações cobertas. Além disso, a edificação conta com um pátio coberto, um refeitório e uma área externa descoberta que abriga um playground e um castelo d'água. O projeto prevê somente um acesso principal e um acesso de serviços, ambos localizados na fachada principal (Figura 2).



Figura 2: Fachada Principal do Projeto Padrão Tipo C. Fonte: FNDE.

Não foram consideradas soluções de fachada diferenciadas com base na orientação solar, uma vez que a localização exata do edifício será determinada pelos municípios, principalmente levando em consideração a facilidade de acesso [9].

Segundo Babick e Torres [9], essa falta de atenção à distinção das fachadas em relação à orientação solar pode resultar em diversos impactos negativos no conforto térmico dos ambientes internos. Isso ocorre porque os elementos verticais da construção representam as maiores áreas de contato com o ambiente externo, e neles estão inseridas as aberturas, que, devido ao uso de vidros simples, facilitam as trocas térmicas entre os ambientes internos e externos. Além disso, apesar das diretrizes da NBR 15.220-3 e do próprio FNDE, o projeto não oferece flexibilidade de dimensões e tipos de esquadrias de acordo com cada zona bioclimática.

Há outros estudos a respeito dos projetos do programa Proinfância que já constataram o impacto do projeto padronizado, como é o caso da dissertação de Sartori [11], que quantificou as horas ocupadas em conforto para diferentes orientações do acesso principal da escola Tipo C. Observou-se nesse estudo que, em todas as orientações, a escola tipo localizada na zona bioclimática 7 apresenta em média 35% menos horas ocupadas em conforto do que a mesma escola localizada na zona bioclimática 8. Ou seja, já há uma demonstração de que aquele projeto tipo é menos confortável para o clima semiárido (ZB7) do que para o clima quente e úmido (ZB8).

Apesar dessas observações sobre o projeto padronizado, os projetistas do FNDE mencionam no memorial descritivo a diversidade climática e cultural do Brasil e reconhecem as limitações da adoção de uma única solução para o país inteiro, por isso recomendam que modificações sejam feitas pelas equipes técnicas de cada cidade para minimizar os danos causados pela não adequação do projeto ao clima local.

Ainda quanto às características da envoltória do projeto Tipo C, Babick e Torres [9] fizeram um levantamento das propriedades das paredes e coberturas da escola em questão, as organizando conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das vedações do Projeto padrão Tipo-C

	Transmitância térmica $U[W/(m2.K)]$	Capacidade térmica $CT[kJ/(m2.K)]$	Atraso Térmico [horas]	Absortância α	Classificação NBR 15220
Parede	2,24	167	3,7	$\alpha= 0,5^1$	Leve
Cobertura	1,92	113	3,6	$\alpha= 0,5^1$	Leve isolada

¹ = valor da absortância à radiação solar por cor média das fachadas externas

Fonte: Babick e Torres [9].

Depois de fazer o levantamento das características das vedações da escola estudada, os mesmos autores observaram que nem as paredes externas nem a cobertura atendiam às recomendações da NBR 15220 [5] para a zona bioclimática 7.

Adiante, o mesmo estudo apontou que, em relação à NBR 15575 [6], as paredes e a cobertura apresentam desempenho mínimo (M), conforme Tabela 2, mas de acordo com as recomendações do FNDE, deveriam apresentar pelo menos um desempenho intermediário (I).

Tabela 2. Caracterização das vedações do Projeto padrão Tipo-C

Projeto Padrão Tipo C		Zona Bioclimática							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Paredes externas	Transmitância térmica $U[W/(m2.K)] - 2,24$	M	M	M	M	M	M	M	M
	Capacidade térmica $CT[kJ/(m2.K)] - 167$	M	M	M	M	M	M	M	s/e
Cobertura	Transmitância térmica $U[W/(m2.K)] - 1,92$	M	M	M	M	M	M	NA	NA

Legenda: M (desempenho mínimo); I (desempenho intermediário); S (desempenho superior); NA (não atende); s/e (sem exigência)

Fonte: Babick e Torres [9].

2.2. Análise do impacto das variáveis através do Metamodelo

De acordo com Pedrini [12], a influência da absortância é muito grande em regiões com alta incidência de radiação solar, como as zonas bioclimáticas 7 e 8; isso se comprova no metamodelo ao selecionar uma baixa absortância para a cobertura a eficiência “E” quase deixa de existir:

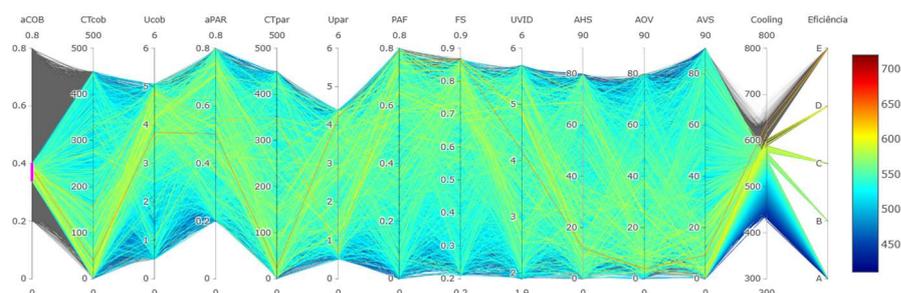


Figura 3: Gráfico de linhas para transmitância da cobertura entre 0,3 e 0,4. Fonte: Metamodelo de Allyson Santos.

Ao seleccionar absorptâncias abaixo de 0,4 ou 40% para paredes e coberturas, não há resultado para eficiência “E” e há muitas possibilidades de obtenção de alta eficiência em relação à carga térmica da envoltória, conforme demonstra a figura 4.

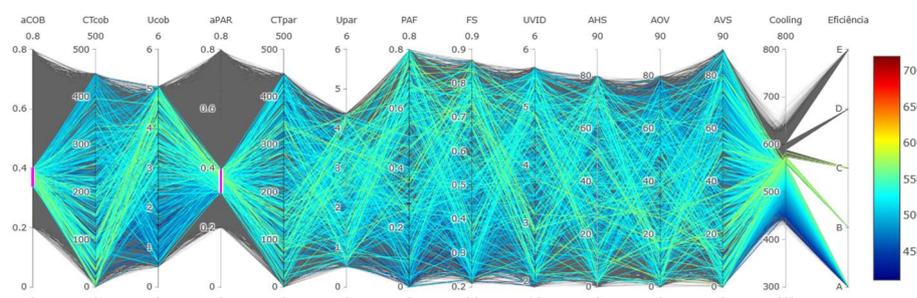


Figura 4: Gráfico de linhas para transmitância da cobertura e da parede entre 0,3 e 0,4. Fonte: Metamodelo de Allyson Santos.

Como o objetivo é propor um sistema de envoltória que absorva a menor quantidade de calor possível, seleccionou-se somente as menores cargas térmicas do gráfico (na coluna *cooling*), buscando entender que características têm mais peso no desempenho, conforme figura 5. Observou-se mais uma vez que a baixa absorptância, principalmente na cobertura, tem papel fundamental, seguida da baixa transmitância da cobertura e da parede.

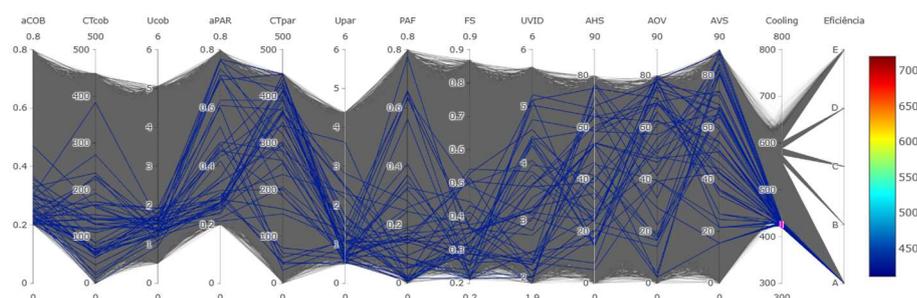


Figura 5: Gráfico de linhas para valores baixos de *cooling* (baixa carga térmica a ser resfriada). Fonte: Metamodelo de Allyson Santos.

O fator solar do vidro também influencia bastante no ganho térmico, de modo que o gráfico não retornou nenhum *cooling* muito baixo com fator solar acima de 0,55 aproximadamente. Percebe-se ainda que quanto maior o percentual de aberturas na fachada, menor teria que ser o fator solar do vidro, sendo mais viável, no caso de uma escola da rede pública, reduzir a área envidraçada.

Depois disso, seleccionou-se somente as características da cobertura e percentual de aberturas na fachada (49%), de modo que o metamodelo não retornou resultados na faixa ótima de

cooling. Sendo assim, para obtenção de menor carga térmica, deve-se alterar o sistema da cobertura e/ou o percentual de abertura da fachada.

2.3. Quantificando horas ocupadas em conforto no *Climate Consultant 6.0*

Foram feitas simulações focadas nos horários de ocupação da escola, primeiramente para o período da manhã (horário de funcionamento atual da escola) e depois para manhã e tarde, no caso da escola funcionar em regime integral de aulas. Também foi analisada a carta psicrométrica para o todas as horas do dia, ao longo do ano inteiro.

Para o período mais quente do ano, considerando para esse estudo os meses entre outubro e fevereiro, observa-se que o desconforto por calor se torna mais expressivo caso as aulas aconteçam tanto pela manhã quanto pela tarde, ou seja, o desconforto por calor aumenta caso a escola funcione em período integral, conforme demonstram as figuras 6 e 7.

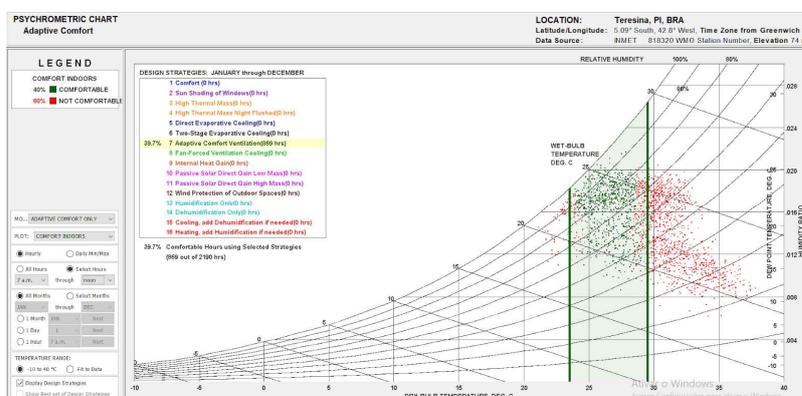


Figura 6: Carta psicrométrica para horário de funcionamento pela manhã. Fonte: Produção da autora no *Climate Consultant 6.0*, 2023.

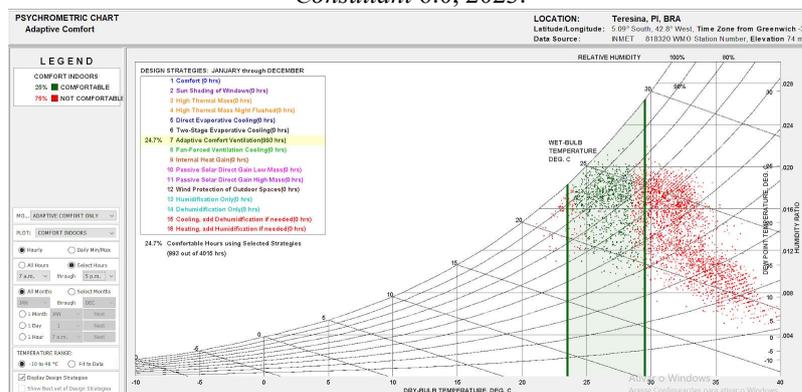


Figura 7: Carta psicrométrica para horário de funcionamento integral da escola. Fonte: Produção da autora no *Climate Consultant 6.0*, 2023.

Durante a madrugada se observa maior porcentagem de medições de horas em desconforto por frio, especialmente entre 11 horas da noite e 6 horas da manhã ao longo de todo o ano. Nesse intervalo de horas, há 38% de conforto térmico e 62% de desconforto por frio, conforme figura 8. Essa medição demonstra que o uso de massa térmica e ventilação noturna dos ambientes internos podem funcionar como importantes ferramentas na promoção da inércia térmica e consequente conforto térmico passivo para os usuários ao longo do dia.

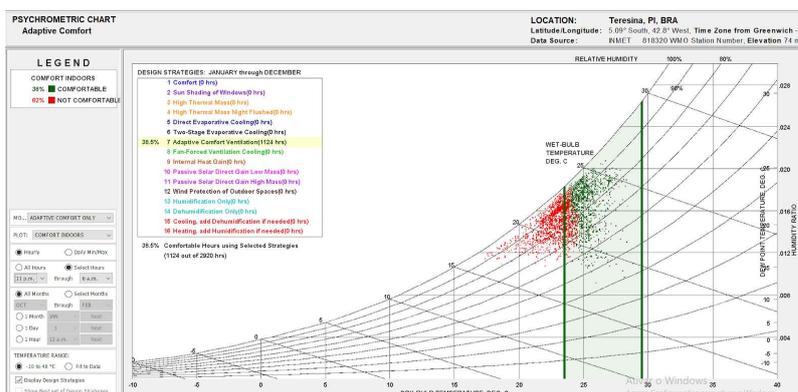


Figura 8: Carta psicrométrica para horário da noite e madrugada. Fonte: Produção da autora no *Climate Consultant 6.0, 2023*.

A faixa horária em que se observa maior porcentagem de medições de horas em desconforto por calor ficou entre 10 horas da manhã e 4 horas da tarde. Nesse período diurno, há apenas 7% de horas em conforto e nos outros 93% das horas os ocupantes do ambiente sentirão desconforto por calor. Sabendo disso, durante esse intervalo deve ser evitada a entrada de ventilação externa nos ambientes internos, além de promover sombreamento, proteção da radiação solar, umidificar o ar, entre outras soluções.

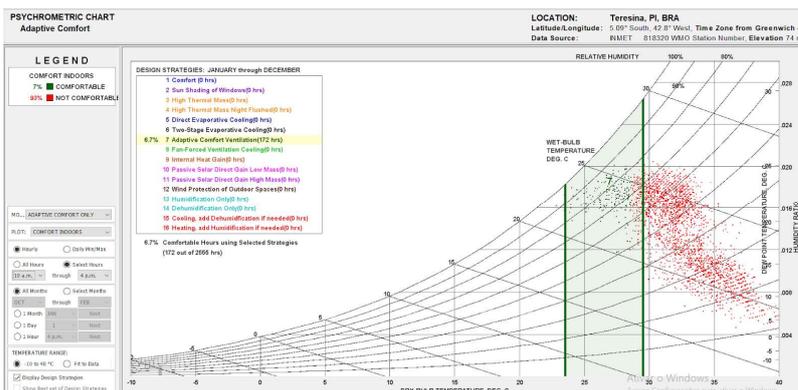


Figura 9: Carta psicrométrica para horários do dia com maior porcentagem de desconforto por calor. Fonte: Produção da autora no *Climate Consultant 6.0, 2023*.

Em uma análise geral, para todas as horas do dia ao longo de todo o ano, observa-se que as horas em conforto térmico representam apenas 38% das medições, conforme figura 10.

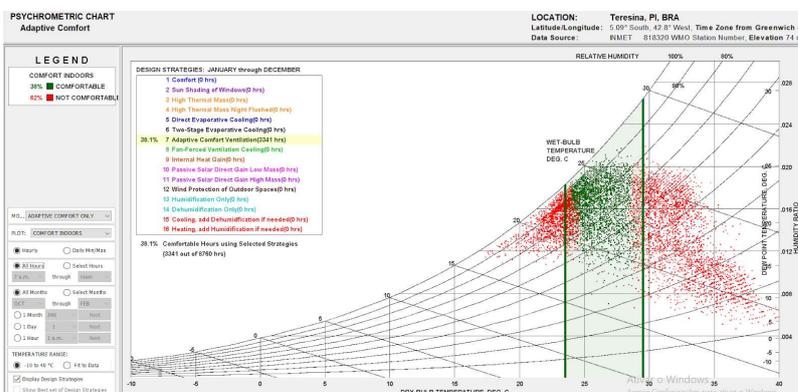


Figura 10: Carta psicrométrica para todos os horários e todos os meses do ano. Fonte: Produção da autora no *Climate Consultant 6.0, 2023*.

As soluções projetuais deverão se concentrar na promoção de conforto térmico para as horas de calor, já que o uso mais ativo da edificação se dá entre 7 horas da manhã e 17 horas da tarde. Para isso, estratégias como o uso da ventilação noturna dos ambientes, associado ao uso de grandes massas térmicas nas envoltórias deve promover um resfriamento das superfícies e causar um atraso no ganho térmico dentro dos ambientes ao longo do dia.

Se por um lado a ventilação noturna deve ser estimulada, por outro, a ventilação durante as horas mais quentes do dia, especialmente entre 9 horas da manhã e 17 horas, deve ser evitada para que o sistema consiga manter as temperaturas amenas nos ambientes internos por mais tempo. Deve-se prever também o uso de cores claras, com baixa absorvância, nas fachadas externas, de modo a aumentar a reflexão do calor por aquelas superfícies, bem como protegê-las da radiação solar direta. As aberturas também devem ser sombreadas.

Observa-se também que a maior parte das horas de calor foi verificada quando o ar está menos úmido, com umidade entre 78% e 13%, aproximadamente. A partir disso e da análise da carta psicrométrica, pode-se inferir que na maior parte dos casos, aumentar a umidade relativa do ar irá diminuir a temperatura, podendo alcançar a zona de conforto térmico. Para isso, pode ser feito o uso de sistemas umidificadores no entorno da edificação e junto das envoltórias, de modo a criar um microclima nos ambientes ocupados.

3. Análises dos Resultados

Então, pode-se pensar em elementos arquitetônicos e de projeto que podem proporcionar maior controle sobre o clima e com isso, mais horas de conforto aos usuários da futura escola, entre elas:

- Esquadrias bem projetadas para o controle de iluminação e ventilação natural ao longo do dia, de modo que seja estanque ao ar quente e permita a ventilação noturna sem comprometer a segurança da edificação, além disso, o uso de vidro com Fator solar menor que 0,55 é desejável;
- Envoltória com massa térmica, suficiente para promover atraso térmico de ao menos 8 horas e com absorvância menor que 40% (uso de cores claras inclusive na cobertura);
- Vegetação tipo forração, arbustivas e arbóreas adequadas ao clima semiárido, que resistam aos períodos de seca, protegendo as fachadas e ajudando a umidificar o ar no entorno da edificação. Associar a isso, a manutenção do máximo de área permeável no lote, permitindo absorção de umidade pelo solo e diminuição da ilha de calor;
- Elementos de sombreamento de paredes e aberturas (segunda pele, parede de cobogós, brises, e/ou ático ventilado, por exemplo), evitando radiação solar direta nos componentes da envoltória;
- Resfriamento evaporativo, utilizando de elementos umidificadores de ar, como espelhos d'água, fontes de água, gotejamento ou aspersão de águas, entre outros. Sugere-se para isso a coleta e aproveitamento de água da chuva.

Apesar das soluções arquitetônicas terem papel preponderante no desempenho da edificação, há outros elementos que também podem ter grande influência no conforto térmico dos usuários e no desempenho energético da edificação. Abaixo são listadas alguns fatores que devem ser levados em consideração:

- Uniformes/vestimentas – deve-se prever o uso de roupas leves, de preferência de tecido natural como o algodão, que permita a livre transpiração;

- Mobiliário – deve-se prever cadeiras e mesas em materiais com maior calor específico, que ganhem calor com mais dificuldade e que permitam a transpiração das crianças, com assentos e encostos das cadeiras vazados;
- O número de ocupantes dentro de uma mesma sala de aula e o tamanho dessa sala - quanto maior a densidade ocupacional dos espaços, maior a carga térmica gerada;
- Uso e operação dos sistemas de esquadrias (ex: fechar esquadrias para troca de ar durante o dia e abrir durante a noite para resfriamento das superfícies internas);
- Manutenção das propriedades da envoltória, principalmente as cores claras das fachadas e cobertura.

4. Conclusão

O projeto padrão analisado se mostrou pouco eficiente pois não adotou soluções essenciais à diminuição do ganho térmico pela envoltória, o que no clima quente e seco da ZB7 obrigaria o uso de condicionamento artificial em alguns ambientes ao longo do ano, especialmente nos horários do fim da manhã e tarde, aumentando os custos de operação e manutenção, expondo as crianças a um microclima artificial dentro da sala de aula, em oposição ao ambiente externo, quente e seco.

Diante de uma realidade de aquecimento global e pensando na arquitetura como ferramenta para minimizar os impactos do clima no ambiente construído, conclui-se que o projeto padrão tipo C é pouco sustentável para a zona bioclimática 7, pois oferece poucas soluções de adaptabilidade ao clima quente e seco, deixando de atender premissas relacionadas ao desempenho térmico do próprio FNDE [4], da NBR 15220 [5] e NBR 15575 [6].

Com o uso das estratégias projetuais sugeridas no tópico anterior, espera-se que haja uma diminuição do ganho térmico pela edificação, aumentando as horas ocupadas em conforto pelo usuário através de estratégias passivas. Quando isso não for possível, espera-se que pelo menos haja diminuição considerável de carga térmica a ser resfriada artificialmente, gerando maior eficiência energética para o edifício e principalmente gerando um ambiente saudável para o processo de ensino-aprendizado.

Referências

- [1] Azevedo, G. A. N. Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pós-graduação em Engenharia-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- [2] Azevedo, G. A. N. et al. Padrões de infra-estrutura para o espaço físico destinado à educação infantil. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Grupo Ambiente Educação (GAE/PROARQ/FAU/UFRJ). Rio de Janeiro, junho de 2004.
- [3] Bertolotti, D. Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, 2007.
- [4] Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (BRASIL). Diretoria de Gestão, Articulação e Projetos Educacionais. Elaboração de projetos de edificações escolares: educação infantil/ Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Diretoria de Gestão, Articulação e Projetos Educacionais. – Brasília: FNDE, 2017. 175 p. : il. color. – (Manual de Orientações Técnicas; v.2)

- [5] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR-15220-3: Desempenho térmico de edificações – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005f.
- [6] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR-15575-1: Edificações habitacionais – desempenho – parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.
- [7] Kowaltowski, Doris K.. Arquitetura escolar. O projeto do ambiente de ensino. São Paulo, Oficina de Textos, 2011.
- [8] Barrett, Peter et al. “The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects.” *Environment and behavior* vol. 49,4 (2017): 425-451.
doi:10.1177/0013916516648735. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5394432/#bibr4-0013916516648735>
- [9] Babick, Cláudia Silva; TORRES, Maurício Carvalho Ayres. Análise do desempenho térmico, lumínico e de ventilação natural de projeto padrão de edifício escolar do FNDE de acordo com os requisitos de normas e referenciais nacionais e internacionais nas 8 zonas bioclimáticas brasileiras. *Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo*, v. 4, n. 2, p. 110-128, dez. 2017. ISSN 2358-6508. Disponível em:
<https://seer.atitus.edu.br/index.php/revistaec/article/view/2283/1391>. Acesso em: 18 ago. 2023. doi:<https://doi.org/10.18256/2358-6508.2017.v4i2.2283>.
- [10] Pedrini, A. Análise bioclimática. [s.l.] UFRN, 2021.
- [11] Sartori, G. Avaliação do impacto da orientação solar no conforto e desempenho térmico de projeto padrão de pré-escola do Programa Proinfância nas zonas bioclimáticas brasileiras. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- [12] Pedrini, A. Propriedades térmicas de sistemas construtivos. Livro texto da disciplina de Conforto Ambiental 2. V. 14. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

Análise biomimética de obras arquitetônicas

Biomimetic analysis of architectural works

João Pedro Silva Ribeiro, Graduando em Arquitetura e Urbanismo (UFG/Câmpus Goiás). joao.ribeiro@discente.ufg.br

Thiago Montenegro Goes, titulação, Professor de Arquitetura e Urbanismo da UFG; Doutorando em Arquitetura e Urbanismo na UnB; Especialista em Conforto Ambiental e Eficiência Energética.

thiago_goes@ufg.br

Resumo

A Humanidade aprendeu com a natureza, mas a exploração substituiu o aprendizado, resultando em problemas ambientais. Abordagem sustentável no design implica aprender com a natureza, respeitando princípios e processos. A arquitetura biomimética, inspirada nos princípios e processos naturais, é inovadora na concepção de edifícios. Modernistas como Gaudí, Fuller e Nervi usaram elementos naturais em suas obras, precursores da biomimética. Contemporâneos como Calatrava, Brajovic e Nouvel a aplicam explicitamente. Este estudo analisa a produção das duas vertentes por meio de uma análise classificatória, incluindo uma leitura dos aspectos emprestados da biologia. O intuito é destacar influências e lições na prática arquitetônica.

Palavras-chave: Biomimética. Sustentabilidade. Morfogênese. Simbiose. Atemporalidade

Abstract

Humanity learned from nature, but exploration replaced learning, resulting in environmental problems. A sustainable approach to design involves learning from nature, respecting principles and processes. Biomimetic architecture, inspired by natural principles and processes, is innovative in the design of buildings. Modernists such as Gaudí, Fuller and Nervi used natural elements in their works, precursors of biomimicry. Contemporaries such as Calatrava, Brajovic and Nouvel apply it explicitly. This study analyzes the production of both aspects through a classificatory analysis, including a reading of aspects borrowed from biology. The aim is to highlight influences and lessons in architectural practice

Keywords: Biomimetics. Sustainability. Morphogenesis. Symbiosis. Timelessness

1. Introdução

A capacidade humana de projetar é crucial na configuração do ambiente natural. Decisões refletem influência de tecnologia, estrutura social e economia, mas são tomadas por pessoas e carregam responsabilidade [01]. Buckminster Fuller promove "Fazer mais com menos", exemplificado por domos geodésicos [02]. Janine Benyus advoga pela Biomimética, imitando a natureza para resolver problemas [03]. A Humanidade aprendeu com a natureza, mas a exploração substituiu o aprendizado, resultando em problemas ambientais. Abordagem sustentável no design implica aprender com a natureza, respeitando princípios e processos.

Projeto, como criação de ideias que afetam humanos, demanda soluções, e biomimética oferece perspectiva ecológica. A abordagem pode ser difundida desde o ensino fundamental. Natureza é fonte de inspiração diante de degradação ambiental [04]. A estratégia de usar a natureza como referência para soluções é compreensível considerando vasta história de vida. Ela desenvolveu soluções eficazes e sustentáveis, como otimização de espaços e eficiência energética. Seres vivos realizaram o que a humanidade busca fazer, de forma mais eficiente e harmoniosa com meio ambiente [03].

No entanto, no decorrer do avanço tecnológico, revela-se uma lacuna nos estudos que integram biologia ao projeto. Replicar modelos biológicos em sistemas inanimados raramente é eficaz, devido à complexidade e diferenças fundamentais. A interdisciplinaridade é essencial para criar soluções inovadoras, combinando conhecimentos de várias áreas. Uma abordagem estratégica é necessária para adaptar princípios biológicos de forma eficiente e econômica. Promover pesquisa e desenvolvimento nessa área e incentivar colaboração entre disciplinas é crucial para avançar na aplicação de soluções inspiradas na natureza [04].

Dessa forma, com o passar dos séculos, diversos nomes exploraram a natureza na criação de artefatos, resultando em acúmulo de conhecimento e aprimoramento de técnicas. Este estudo busca compreender as relações entre arquitetura e ambiente natural, analisando arquitetos do passado e do presente e classificando analogicamente como cada um utilizou a natureza em seus projetos [03]. Além disso, destacar a importância contínua da biomimética na arquitetura contemporânea, diante de desafios como sustentabilidade e integração com o entorno natural. Exemplos específicos de como a natureza foi incorporada em projetos arquitetônicos são apresentados para inspirar e informar sobre o potencial da biomimética na criação de espaços construídos mais eficientes, esteticamente agradáveis e em harmonia com o meio ambiente.

2. Metodologia

O método da analogia é empregado em diversos campos da criação, percepção e criatividade, oferecendo soluções para diferentes áreas. No entanto, sua aplicação requer estudos contínuos, pois transferir conceitos vivos para sistemas inanimados é complexo. A simples replicação direta de modelos biológicos raramente é bem-sucedida, exigindo uma abordagem estratégica e interdisciplinar para o sucesso [05]. A biônica e a biomimética amplamente usam a analogia para descobrir novos princípios, formas, processos e estruturas, contribuindo para a interpretação das estruturas naturais. Historicamente, é o método mais comum para encontrar soluções de design inspiradas na natureza. A tentativa analógica consiste em relacionar o problema com conceitos, ideias e imagens por meio do processo de cruzamento, para extrair soluções.

A metodologia deste estudo explora a conexão entre arquitetura e natureza, usando uma abordagem baseada em analogias. A pesquisa analisa duas vertentes: obras de arquitetos modernistas, considerados precursores da biomimética, como Gaudí, Fuller e Nervi, e projetos de arquitetos contemporâneos, como Calatrava, Brajovic e Nouvel, influenciados pela natureza. A análise envolve observação detalhada das formas, materiais e soluções construtivas de cada obra selecionada, classificando-as com base em analogias conhecidas, tanto formuladas por: [06], sendo, morfológica e funcional; por [07], definidas por [08], sendo, orgânica, classificatória, anatômica, darwiniana e sensorial; como também por [09]), sendo, direta, pessoal, simbólica e fantástica. Assim, buscando compreender não apenas a estética, mas também a funcionalidade e o desempenho das estruturas arquitetônicas em relação ao ambiente natural.

3. Resultados

A seguir são apresentados os resultados para as duas vertentes.

3.1. Produção Modernista

A seguir são apresentados os resultados:

3.1.1 Antoni Gaudí 1852 - 1926

O renomado arquiteto catalão do final do século XIX e início do século XX, frequentemente citado como precursor da abordagem biomimética, encontrou inspiração na natureza e em padrões orgânicos para suas obras. Ele estudou cuidadosamente como as formas orgânicas se desenvolvem na natureza e as aplicou em seus projetos arquitetônicos, resultando em estruturas harmoniosas que imitam a complexidade e a elegância naturais [10].

A Sagrada Família, projeto emblemático de Gaudí, representa essa ligação com a natureza, combinando elementos de organismos humanos, obras de arte e sistemas mecânicos em uma analogia orgânica [08]. Suas colunas lembram árvores entrelaçadas, e as abóbadas evocam folhas ou conchas. Ao entrar, se tem uma sensação de se estar envolvido por uma atmosfera de bosque encantado, com pilares estreitos e jogos de luz, enquanto as torres principais se assemelham a flores em plena floração, destacando a harmonia entre elementos orgânicos [12].



Figura 1: Sagrada Família Fonte: (Sagrada Família, 2023).

Embora menos proeminente que a analogia orgânica, a abordagem morfológica é evidente no projeto da Casa Batlló, onde os elementos arquitetônicos refletem a morfologia e a estrutura de um organismo vivo [06].. Os balcões lembram escamas e o telhado se assemelha a uma coluna vertebral, exemplos claros dessa abordagem, na qual Gaudí busca reproduzir características da natureza. O interior, feito de cerâmica azul, cria uma atmosfera única, remanescente de uma cascata que desce pelo poço de luz [14]..



Figura 2: Casa Batlló Fonte: (Casa Batlló, 2023; Hisour, 2023).

3.1.2 Richard Buckminster Fuller 1955 - 1983

Os projetos de Fuller são considerados representativos da arquitetura biomimética devido ao seu compromisso em imitar os padrões, processos e formas da natureza em suas criações. Ele buscava soluções eficientes e sustentáveis, inspirando-se nos princípios naturais para projetar estruturas inovadoras, como a Cúpula de Montreal, também conhecida como Biosphère. Essa estrutura emblemática é um exemplo claro de sua abordagem morfológica, inspirada em estruturas naturais como bolhas de sabão, e concebida para ser leve e autossustentável [02][06]..

Embora Fuller seja mais conhecido por sua abordagem morfológica, suas estruturas tensegrity também exemplificam a aplicação de princípios funcionais inspirados na biologia [06]. Sendo uma estrutura que equilibra forças de compressão e tensão de forma semelhante às estruturas encontradas na biologia, como células e tecidos. Embora muitas de suas estruturas tensegrity tenham sido protótipos ou instalações temporárias, elas contribuíram para o avanço do design e da engenharia, inspirando novas abordagens para a construção de estruturas leves e resistentes [02][04].

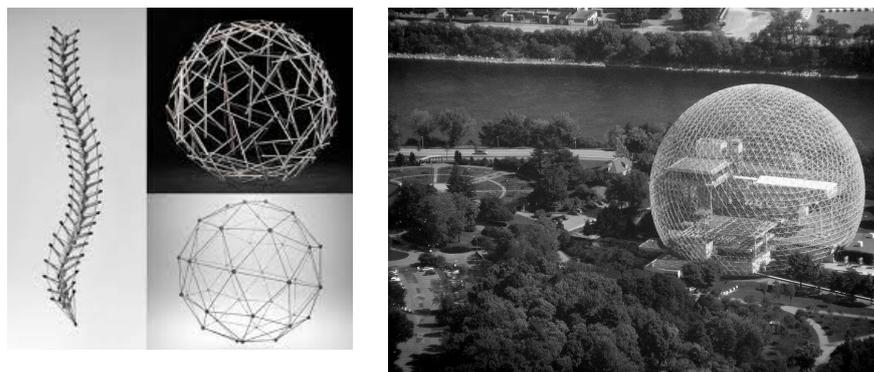


Figura 3: Estruturas tensegrity e Cúpula de Montreal Fonte: (Massey, 2006; Buckminster Fuller, 2024).

3.1.3 Pier luigi Nervi

Embora Nervi não seja frequentemente associado explicitamente à arquitetura biomimética, muitos de seus projetos demonstram princípios que refletem a eficiência estrutural e a elegância encontradas na natureza. Um exemplo é o Palazzo del Lavoro, construído para a Exposição Internacional de Turim em 1961, onde o concreto armado foi aplicado de forma inovadora para criar formas curvas e abóbadas que lembram as estruturas orgânicas da natureza, como a casca de um caracol [08].

Outro exemplo é o PalaLottomatica, em Roma, Itália, que combina inovação estrutural com formas arquitetônicas expressivas, demonstrando uma abordagem morfológica. A estrutura de concreto do edifício evoca a distribuição de arcos em algumas estruturas naturais, como folhas de plantas ou espinhas de peixe, refletindo a adaptação de princípios de ordem geral à situação específica do projeto [14]. Nervi demonstra sua habilidade em traduzir elementos morfológicos da natureza em suas criações arquitetônicas, mesmo que não seja explicitamente associado à arquitetura biomimética [06].



Figura 4: Palazzo del Lavoro e *PalaLottomatica* Fonte: (Butler, 2021).

3.2 Produção Modernista

A seguir são apresentados os resultados:

3.2.1 Santiago Calatrava

Os projetos de Santiago Calatrava frequentemente incorporam formas orgânicas, estruturas esbeltas e linhas fluidas que refletem as formas encontradas na natureza. Um exemplo emblemático é o Museu do Amanhã, cuja estrutura se assemelha a uma flor ou a uma estrutura óssea, buscando representar a ideia de um organismo vivo e conectar os visitantes com a sustentabilidade e a relação entre humanos e o ambiente natural. Essa abordagem demonstra uma clara analogia orgânica, onde Calatrava não apenas emula a estética da natureza, mas também incorpora princípios de eficiência e adaptação encontrados nos ecossistemas naturais [08].

Outro exemplo é o Turning Torso, em Malmö, Suécia, inspirado na torção da coluna vertebral e do DNA. Este design oferece vistas panorâmicas e estabilidade estrutural aprimorada, refletindo uma analogia anatômica que busca imitar elementos estruturais e funcionais encontrados no corpo humano para criar soluções. Ao otimizar a entrada de luz

natural e a ventilação, o edifício reduz a dependência de energia artificial, refletindo os princípios da biomimética para criar soluções sustentáveis e inovadoras na arquitetura [08].



Figura 5: Museu do Amanhã e Turning Torso Fonte: (Calatrava, 2015; Calatrava, 2005).

3.2.2 Marko Brajovic

Votu hotel, Península de Maraú, na Bahia. Por ser uma região com temperaturas elevadas, o objetivo do projeto era oferecer melhoria térmica ao ambiente. Inspirado pelas tocas do do Cão de Pradaria, que são tubos longos que ficam no subsolo e fazem a entrada e saída de ar de forma rápida, que ocorrem por meio das diferenças na pressão atmosférica [12]. A analogia sensorial está presente na adaptação do sistema de ventilação das tocas para o ambiente das suítes, aproveitando as diferenças na pressão atmosférica para promover a circulação de ar de forma rápida e eficiente, como também proporciona uma sensação de conforto sensorial aos ocupantes [08].



Figura 6: Votu hotel Fonte: (Brajovic, 2023).

3.2.3 Jean Nouvel

A Torre Agbar, em Barcelona, tem uma fachada inspirada na forma de um gêiser, proporcionando proteção contra a luz solar direta e reduzindo a necessidade de ar-condicionado (Nouvel, 2024). Essa abordagem reflete uma analogia simbólica, onde elementos naturais são utilizados de forma metafórica para alcançar objetivos práticos na arquitetura, como eficiência energética e conforto ambiental [09]. O One Central Park, em Sydney, apresenta uma fachada verde exuberante que oferece sombreamento natural, melhora

a qualidade do ar e contribui para a biodiversidade urbana [15]. Essa abordagem demonstra uma clara analogia orgânica, onde elementos naturais, como plantas e vegetação, são integrados ao ambiente construído para criar soluções sustentáveis e promover uma maior harmonia entre o ambiente urbano e a natureza. (Steadman, 2008).



Figura 7: Torre Agbar Fonte: (Gordon, 1965).

3.3. Análises dos resultados e discussões

O legado dos arquitetos modernistas como Gaudí, Fuller e Nervi, embora não explicitamente associado à biomimética, reflete uma profunda compreensão dos princípios naturais. Suas obras apresentam uma variedade de analogias com a natureza, contribuindo intuitivamente para a abordagem biomimética e deixando um legado de projetos inovadores que ressoam com eficiência e harmonia naturais.

Por outro lado, os arquitetos contemporâneos como Calatrava, Brajovic e Nouvel abraçam explicitamente a biomimética em seus projetos. Além de incorporar elementos naturais, aplicam metodologias baseadas em analogias para criar soluções sustentáveis e eficientes, refletindo uma busca consciente por integração com o ambiente natural.

Ao comparar os arquitetos modernistas e contemporâneos, percebe-se uma evolução na abordagem da arquitetura em relação à natureza. Enquanto os modernistas contribuíram de forma intuitiva e inconsciente, os contemporâneos adotam uma abordagem mais consciente e estratégica, aproveitando avanços na compreensão dos princípios naturais e das tecnologias disponíveis.

Essa evolução reflete-se em um gráfico geral, que visa compreender a analogia predominante e secundária dos sucessivos arquitetos:

Quadro 1: Classificação de analogias

Principais Analogias compreendidas por cada arquiteto.						
Arquiteto	Gaudi	Fuller	Nervi	Calatrava	Brajovic	Nouvel
Analogia Predominante	Orgânica	Morfológica	Morfológica	Orgânica	Funcional	Simbólica
Analogia Secundária	Morfológica	Funcional	Funcional	Anatômica	Sensorial	Orgânica

Fonte: Autores.

6. Conclusão

Ao comparar os arquitetos precursores do modernismo com seus contemporâneos, percebemos uma ascensão proeminente da arquitetura biomimética como uma abordagem inovadora na busca por soluções sustentáveis e eficientes na construção de edifícios. Os arquitetos modernistas, mesmo sem compreensão formal da biomimética, contribuíram intuitivamente ao incorporar elementos naturais em suas criações, como a Sagrada Família de Gaudí e a Cúpula de Montreal de Fuller, que continuam a inspirar os contemporâneos.

Por outro lado, os arquitetos contemporâneos abraçam ativamente os princípios biomiméticos, integrando elementos naturais e aplicando metodologias baseadas em analogias para criar soluções inovadoras. Projetos como o Museu do Amanhã de Calatrava e o Votu Hotel de Brajovic exemplificam essa busca por uma simbiose mais profunda entre arquitetura e natureza, resultando em edifícios funcionalmente eficientes e ecologicamente responsáveis.

A arquitetura biomimética emerge não apenas como uma tendência contemporânea, mas como um paradigma duradouro e inspirador na concepção do espaço construído. Seu legado é marcado pela inovação e sustentabilidade, proporcionando uma base sólida para as gerações futuras, onde a harmonia entre arquitetura e natureza é fundamental para a criação de ambientes habitáveis e conscientes do contexto ecológico.

Referências

- [01] HESKETT, John. Design: A Very Short Introduction. Oxford University Press, 2005.
- [02] BALDWIN, J. Bucky works: Buckminster Fuller's ideas for today. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- [03] BENYUS, J. M. Biomimética: Inovação inspirada pela natureza. 6ª ed. São Paulo: Ed.Pensamento- Cultrix, 1997.
- [04] MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.
- [05] GRUBER, P. Biomimetic in Architecture [Architektur Bionik]. In: Biomimetics materials, structures and processes - examples, ideas and case studies. Berlim: Springer-Verlag, 2011.
- [06] BONSIPE, G. Diseño industrial. Madri: Alberto Corazón Editor, 1978.
- [07] ARRUDA, Amilton. Bionic Basic: Verso un nuovo modello di ricerca progettuale. 2002.175 p. Tese (doutorado) – Univesidade Politécnico de Milão, Dottorato di Ricerca in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale.
- [08] STEADMAN, Philip. The evolution of designs – biological analogy in architecture and applied art, 1ª ed., Cambridge, Cambridge University Press, 1979, 1988, revised edition, 2008.
- [09] GORDON, William. Sinética: El desarrollo de la capacidad creadora. México: HerrerosHnos. S. A., 1965.
- [10] Petry, M. Gaudí: Um gênio da arquitetura. Mila Petry. 2023
- [11] ZERBST, Rainer. Gaudí: The Complete Works. Köln: Taschen, 2020. 367 p.
- [12] Arquitetura biomimética. Hisour arte cultura exposição. 2023
- [13] Sagrada Família: The work of Antoni Gaudí. Sagrada Família. 2023.

[14] Casa Batlló: The house of the dragon. Casa Batlló. 2023

[15] THE ESTATE OF R. BUCKMINSTER FULLER. Buckminster Fuller. 2024

Créditos Imagens

Imagem da capa: Foto de Casey Horner na Unsplash

Imagem Capa Arquitetura: Foto de Ricardo Gomez Angel na Unsplash

Imagem Capa Engenharia: Foto de Ricardo Gomez Angel na Unsplash

Imagem Capa Design 1: Foto de Goutham Krishna na Unsplash

Imagem Capa Design 2: Foto de Tabitha Turner na Unsplash

ISBN: 978-65-01-11164-3

ORL



9 786501 111643