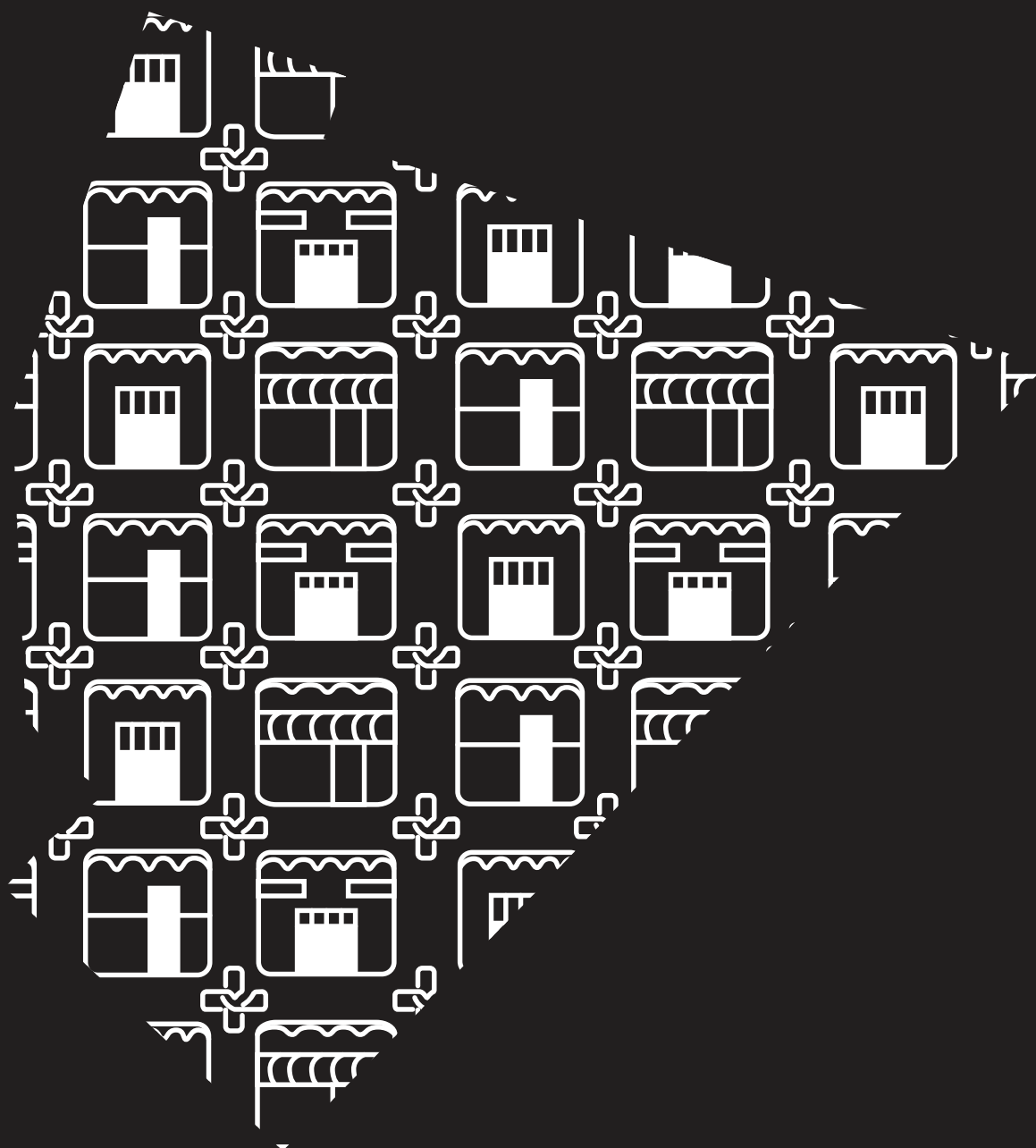


INDICADORES PARA HABITAÇÃO SAUDÁVEL:

UMA METODOLOGIA APLICADA NA ZEIS DO BOM JARDIM EM
FORTALEZA (CE)



REBECA FIUZA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - PPGAU+D



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

INSTITUTO DE ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E
DESIGN**

REBECA FREITAS FIUZA

**INDICADORES PARA HABITAÇÃO SAUDÁVEL: UMA METODOLOGIA
APLICADA NA ZEIS DO BOM JARDIM EM FORTALEZA (CE)**

FORTALEZA

2024

REBECA FREITAS FIUZA

INDICADORES PARA HABITAÇÃO SAUDÁVEL: UMA METODOLOGIA APLICADA
NA ZEIS DO BOM JARDIM EM FORTALEZA (CE)

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Arquitetura,
Urbanismo e Design da Universidade
Federal do Ceará

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro
Cardoso.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandre
Paiva.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F585i Fiuza, Rebeca Freitas.

Indicadores para Habitação Saudável : Uma Metodologia Aplicada na ZEIS do Bom Jardim em Fortaleza (CE) / Rebeca Freitas Fiuza. – 2024.

152 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso.

Coorientação: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Paiva.

1. Ambiente Construído. 2. Saúde Pública. 3. Indicadores. 4. Zonas Especiais de Interesse Social. 5. Habitação Saudável. I. Título.

REBECA FREITAS FIUZA

INDICADORES PARA HABITAÇÃO SAUDÁVEL: UMA METODOLOGIA APLICADA
NA ZEIS DO BOM JARDIM EM FORTALEZA (CE)

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Arquitetura,
Urbanismo e Design da Universidade
Federal do Ceará

Aprovada em 29/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Alexandre Paiva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Almir Farias Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Gilberto Corso Pereira
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

AGRADECIMENTOS

Escrevo este agradecimento com lágrimas nos olhos, porque num processo que é para ser tão profissional, tão técnico, eu fui amada em cada passo da caminho. Quero agradecer primeiro aos meus pais, Roberta e Alberto, por serem sempre o meu ninho e as minhas asas, jamais teria chegado tão longe sem vocês. Ao meu amor, Franklin, caminhar ao seu lado tornou tudo imensamente mais fácil, muito obrigada por sempre ir além por mim e por nós dois. À minha eterna duplinha, Letícia, dividir a graduação, a vida profissional e o mestrado foi uma grande alegria, serei sempre grata por nossa amizade ter transcendido para além da sala de aula.

Quero agradecer ao meu orientador Daniel Cardoso, por ter acreditado em mim e na pesquisa, foi uma honra participar do LED e trabalhar com você. E ao meu coorientador, Ricardo Paiva, por ter me amparado durante o caminho, você foi essencial para que a pesquisa chegasse a esse tão aguardado fim. Muito obrigada.

O mestrado é uma experiência comunitária, quero agradecer a Teane e Hortênsia, por terem me permitido participar da delas, por me inspirarem a seguir esse caminho e pelos conselhos e auxílio durante o meu processo. Agradeço e passo o bastão para Caio, Lygia e Júlia, obrigada por me darem a honra de trabalhar com vocês na minha pesquisa, vocês serão profissionais incríveis.

Quero agradecer aos Agentes Comunitárias de Saúde da UAPS Abner Cavalcante, em especial Marta e Sílvia Helena, por compartilharem seu local de trabalho comigo e fazerem esse trabalho possível. Quero agradecer também a CAPES, pela bolsa concedida pelo projeto “Espaço, redes de apoio e rotas de fuga: cidades em transformação”, permitindo que eu fosse a cientista que quando criança sonhei ser.

Dediquei meu trabalho final de graduação a todos os brasileiros vítimas da COVID-19, o mestrado me trouxe a consciência de que a situação é muito mais grave do que imaginei. Desta vez, dedico minha dissertação a todos os brasileiros marginalizados que sofrem consequências na sua saúde por causa da sua habitação. Que o direito à moradia digna, um dia, chegue a todos.

Agradeço, por fim, ao meu avô Ernesto, pela primeira lapiseira, pelo primeiro compasso, pela primeira prancheta. A dor de perdê-lo e a saudade que sinto de você me tornaram a profissional que sou hoje. Muito obrigada, vovô.

RESUMO

Esta pesquisa insere-se no debate sobre as influências do Ambiente Construído nas condições de Saúde Pública. Diversas enfermidades reincidentem nas mesmas localidades, demonstrando a vulnerabilidade de certos territórios a questões de saúde, as arboviroses, por exemplo, costumam ser relacionadas a condições de habitação precárias, a COVID-19 apresentou índices de letalidade mais altos nas áreas de baixo IDH em Fortaleza e algumas doenças tropicais negligenciadas, como a cólera, estão conectadas com a ausência de saneamento básico e condições de banheiros. Relacionando estes fatos à alta inadequação e déficit habitacional de Fortaleza e a importância do domicílio como um ambiente consolidador da saúde de seus habitantes, é perceptível a necessidade de explorar a intersecção destes temas sob a ótica das casas presentes em áreas vulneráveis. Por isso, o objetivo desta pesquisa é desenvolver uma metodologia para avaliação de salubridade e habitabilidade de residências de ZEIS, por meio de indicadores de habitação saudável. O método de pesquisa adotado foi o Design Science Research, por seu caráter pragmático de produção do conhecimento para a concepção de um artefato. O trabalho é dividido nas quatro fases sugeridas pelo método: compreensão do problema; sugestão; desenvolvimento e avaliação. A primeira fase foca em explorar os temas da pesquisa e compreende a fundamentação teórica e a revisão bibliográfica, onde foram explorados trabalhos sobre COVID-19, doenças tropicais negligenciadas e arboviroses e suas intercessões com indicadores e habitações de baixa renda. Em seguida, a segunda etapa focou na sugestão do artefato, nesta fase foi definido o framework de habitação saudável e foram identificadas e categorizadas as variáveis a serem desenvolvidas. O terceiro estágio, por sua vez, consiste no desenvolvimento do artefato, foram elaborados os indicadores, a partir de um algoritmo que relaciona as características edilícias de unidades habitacionais com informações de saúde e foi criada uma base de dados a partir da caracterização do território e de coleta de dados primários e secundários. Por fim, a quarta fase consistiu na aplicação dos indicadores nas habitações levantadas em campo, na simulação de intervenções em uma das casas e na avaliação da performance dos indicadores frente a essas modificações. Como resultado, foi desenvolvido um Indicador Complexo, aplicado em oito habitações da ZEIS do Bom Jardim em Fortaleza. Este possui quatro indicadores secundários, foram eles: Qualidade

Construtiva; Infraestrutura Urbana e Ambiental; Densidade; Saneamento; e Iluminação Natural. O Indicador Complexo permitiu a identificação de vulnerabilidades específicas de cada habitação e a quantificação da efetividade de possíveis intervenções. Este trabalho contribui academicamente, preenchendo, em parte, uma lacuna da consideração das questões de saúde dentro do debate de ZEIS, mitigando uma ausência de métodos avaliativos que contemplassem todas as características habitacionais envolvidas nos indicadores e propondo um método de coleta de dados multidisciplinar, em parceria com agentes comunitários de saúde.

Palavras-chave: Ambiente Construído; Saúde Pública; Indicadores; Zonas Especiais de Interesse Social; Habitação Saudável

ABSTRACT

This research is part of the debate on the influences of the Built Environment on Public Health conditions. Various diseases recur in the same areas, demonstrating the vulnerability of certain territories to health issues. Arboviral diseases, for example, are often linked to poor housing conditions, COVID-19 showed higher fatality rates in low HDI areas of Fortaleza, and some neglected tropical diseases, such as cholera, are connected to the lack of sanitation and bathroom facilities. Relating these facts to the high inadequacy and housing deficit in Fortaleza, as well as the importance of the house as an environment that supports the health of its inhabitants, it is evident that there is a need to explore the intersection of these themes through the lens of housing in vulnerable areas. Therefore, the objective of this research is to develop a methodology for assessing the health and habitability of residences in ZEIS (Special Social Interest Zones), using indicators of healthy housing. The research method adopted was Design Science Research, due to its pragmatic nature of producing knowledge through or for the creation of an artifact. The work is divided into the four phases suggested by the method: problem identification; suggestion; development; and evaluation. The first phase focuses on exploring the research themes and includes the theoretical foundation and literature review, where studies on COVID-19, neglected tropical diseases, arboviruses, and their intersections with indicators and low-income housing were explored. The second stage focused on the suggestion of the artifact, where a healthy housing framework was defined, and the variables to be developed were identified and categorized. The third stage consisted of developing the artifact, where indicators were created using an algorithm that relates the architectural characteristics of housing units with health data, and a database was built from territorial characterization and the collection of primary and secondary data. Finally, the fourth phase involved applying the indicators to housing units surveyed in the field, simulating interventions in one of the houses, and evaluating the performance of the indicators in relation to these modifications. As a result, a Complex Indicator was developed, applied to eight housing units in the ZEIS of Bom Jardim in Fortaleza. This indicator comprises four secondary indicators: Construction Quality; Urban and Environmental Infrastructure; Density; Sanitation; and Natural Lighting. The Complex Indicator allowed for the identification of specific vulnerabilities in each housing unit

and the quantification of the effectiveness of potential interventions. This work contributes academically by partially filling a gap in considering health issues within the ZEIS debate, mitigating the absence of evaluative methods that consider all housing characteristics involved in the indicators, and proposing a multidisciplinary data collection method in collaboration with community health agents

Keywords: Public Health; Indicators; Built Environment; Low Income Areas; Healthy Housing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estudo de Caso

Figura 2 - Fluxograma da Revisão Sistematizada

Figura 3 - O Grande Bom Jardim e a ZEIS do Bom Jardim

Figura 4 - ZEIS do Bom Jardim e Assentamentos Precários

Figura 5 - Acesso à água por rede geral na ZEIS do Bom Jardim

Figura 6 - Acesso a esgoto por rede geral na ZEIS do Bom Jardim

Figura 7 - Acesso à coleta de lixo na ZEIS do Bom Jardim

Figura 8 - Figura Aérea e Desenho dos lotes da ZEIS do Bom Jardim

Figura 9 - Zoneamento da ZEIS do Bom Jardim

Figura 10 - Comparativo entre os parâmetros legais do zoneamento do PDPFOR e a ZEIS

Figura 11 - Recursos ambientais da ZEIS do Bom Jardim

Figura 12 - Óbitos de COVID-19 na ZEIS do Bom Jardim

Figura 13 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à COVID-19

Figura 14 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à DTN

Figura 15 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à Arboviroses e Malária

Figura 16 - Teste de Iluminância

Figura 17 - Teste de Irradiância

Figura 18 - Fluxograma do algoritmo de iluminação

Figura 19 - Fluxograma do algoritmo de ventilação

Figura 20 - Análise de Pressão e Velocidade dos Vetores de Ventilação da Casa 7

Figura 21 - Área de Levantamento

Figura 22 - Habitações Levantadas por Setor Censitário

Figura 23 - Simulações de Iluminação e Irradiância das Casas 1 a 4

Figura 24 - Simulações de Iluminação e Irradiância das Casas 5 a 8

Figura 25 - Fissuras e Beiral das Casas 2 e 4

Figura 26 - Acabamentos das Casas 2,3 e 5

Figura 27 - Vãos das Casas 2,4 e 5

Figura 28 - Banheiros das Casas 2 e 5

Figura 29 - Casa 2 Original e Reformada

Figura 30 - Comparação de Iluminância da Casa 2

Figura 31 - Comparação de Irradiância da Casa 2

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Indicadores Secundários e Indicador Complexo por Habitação

Gráfico 2 - Média dos Indicadores Secundários

Gráfico 3 - Indicador Secundário de Qualidade Construtiva e Variáveis por Habitação

Gráfico 4 - Médias das Variáveis do Indicador Secundário de Qualidade Construtiva

Gráfico 5 - Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental e Variáveis por Habitação

Gráfico 6 - Indicador Secundário de Saneamento por Habitação

Gráfico 7 - Indicador Secundário de Densidade e Variáveis por Habitação

Gráfico 8 - Comparação entre a Casa 2 Original e Reformada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese de categorias de atributos por grupos de doenças

Tabela 2 - Adequabilidade de elementos construtivos

Tabela 3 - Indicador Secundário de Qualidade Construtiva

Tabela 4 - Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental

Tabela 5 - Indicador Secundário de Densidade

Tabela 6 - Indicador Secundário de Saneamento

Tabela 7 - Indicador Secundário de Iluminação Natural

Tabela 8 - Fases, objetivos, atividades e produtos

LISTA DE ABREVIATURAS

ACS - Agentes Comunitários de Saúde

ARQPET - UFC - Programa Educação Tutorial da Arquitetura da Universidade Federal do Ceará

BIM - *Building Information Modelling*

BJ - Bom Jardim

CAD - *Computer Aided Design*

CAPES - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CIM - *City Information Modelling*

COVID - *Corona Virus Disease*

DTN - Doenças Tropicais Negligenciadas

DSR - *Design Science Research*

GBJ - Grande Bom Jardim

HABITAFOR - Secretaria Municipal do Desenvolvimento Habitacional

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

I_D - Indicador secundário de Densidade

I_{IN} - Indicador secundário de Iluminação Natural

I_{IUA} - Indicador secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental

IPLANFOR - Instituto de Planejamento de Fortaleza

I_{QC} - Indicador secundário de Qualidade Construtiva

I_S - Indicador secundário de Saneamento

IVP - Interface Visual de Programação

LABOCART - Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social

LED - Laboratório de Experiências Digitais

MDI - Modelagem e Design da Informação

OMS - Organização Mundial da Saúde

PDPFOR - Plano Diretor Participativo de Fortaleza

PNAB - Política Nacional de Atenção Básica

PPGAU+D - Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design

PIRF - Plano Integrado de Regularização Fundiária

PMF - Plano Municipal de Fortaleza

RBHS - Rede Brasileira de Habitação Saudável

SARS - CoV - 2 - Coronavírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave

SEUMA - Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente

SMS - Secretaria Municipal de Saúde

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

UAPS - Unidade de Atenção Primária à Saúde

UNICEF - *United Nations Children's Fund*

UTI - Unidade de Tratamento Intensiva

ZEIS - Zona Especial de Interesse Social

ZRU - Zona de Requalificação Urbana

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
METODOLOGIA.....	21
1. AMBIENTE CONSTRUÍDO: CONCEITOS E ESTUDO DE CASO.....	28
1.1. AMBIENTE CONSTRUÍDO E SAÚDE: BASES CONCEITUAIS.....	28
1.2. AMBIENTE CONSTRUÍDO EM QUESTÃO: ZEIS.....	34
1.2.1. A ZEIS DO BOM JARDIM.....	36
2. AMBIENTE CONSTRUÍDO E SAÚDE: OS INDICADORES.....	45
2.1. COVID-19: HABITAÇÃO, OCUPAÇÃO E AMBIENTE.....	45
2.2. DOENÇAS TROPICAIS NEGLIGENCIADAS: QUALIDADE HABITACIONAL E DESIGUALDADE SOCIAL.....	57
2.3. ARBOVIROSES E MALÁRIA: A HABITAÇÃO E A AÇÃO DOS MOSQUITOS...69	
3. O INDICADOR COMPOSTO.....	80
3.1. INDICADORES SECUNDÁRIOS.....	81
3.1.1. QUALIDADE CONSTRUTIVA.....	81
3.1.2. INFRAESTRUTURA URBANA E AMBIENTAL.....	87
3.1.3. DENSIDADE.....	91
3.1.4. SANEAMENTO.....	93
3.1.5. ILUMINAÇÃO NATURAL.....	94
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	102
4.1. PROCESSO DE REGISTRO DOS DADOS.....	102
4.2. RESULTADOS DOS INDICADORES.....	105
4.3. AVALIAÇÃO DO INDICADOR.....	116
4.4. DISCUSSÕES.....	120
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
APÊNDICES.....	142
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO.....	142
APÊNDICE B: TCLE.....	144
APÊNDICE C: SIMULAÇÕES DE VENTILAÇÃO.....	148

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa explora as conexões entre ambiente construído e saúde pública. Especificamente, a influência de características edilícias de unidades habitacionais sobre a saúde de seus habitantes, com foco em unidades habitacionais de interesse social.

As motivações deste estudo surgem a partir das discussões geradas pela pandemia do novo coronavírus, que teve grande impacto no contexto brasileiro, causando, até dezembro de 2022, 714.114 óbitos e contaminando 39.002.065 habitantes. (Ministério da Saúde, 2024)

Em especial, essa pesquisa se insere no debate sobre a influência recíproca entre o ambiente construído e as condições de saúde pública, bem como a importância de se pensar políticas públicas voltadas para a promoção qualitativa da saúde. Esta discussão emerge da constatação de que os indicadores pandêmicos não se manifestam equitativamente nem na escala nacional nem na cidade de Fortaleza, capital do Ceará. Locais historicamente com baixos índices de atendimento de infraestrutura e altos níveis de precariedade, como a Barra do Ceará e o Grande Bom Jardim, obtiveram maior número de óbitos. (IBGE, 2012; ARQPET - UFC, 2020)

Diante deste cenário, apresenta-se um quadro de inadequação e déficit habitacional considerável em Fortaleza (Fundação João Pinheiro, 2019). Além disso, considerando a importância da unidade habitacional na manutenção da saúde familiar, (Pasternak, 2016) percebe-se a necessidade específica de políticas públicas de melhoria habitacional voltadas para a saúde pública.

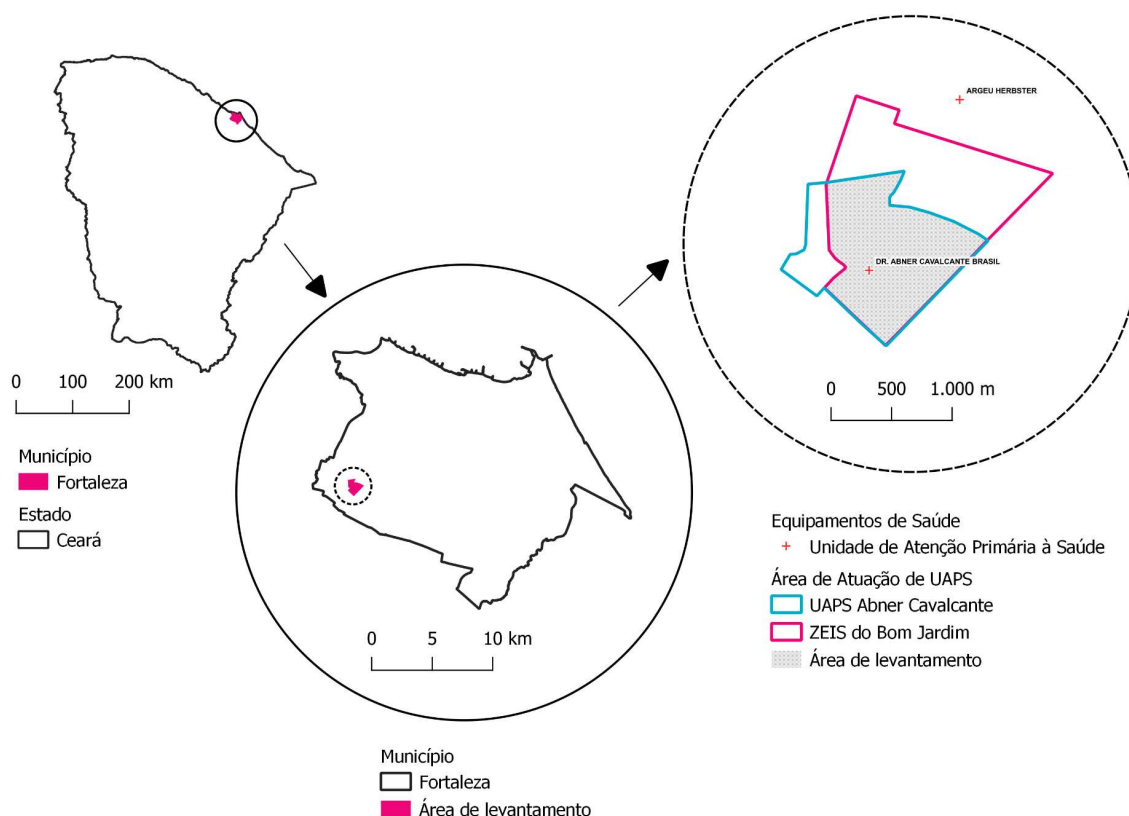
Este trabalho tem como premissa a necessidade de embasamento destas políticas habitacionais e propõe a constituição de indicadores como apoio para tomada de decisões projetuais na constituição de uma habitação saudável.

A pesquisa procura produzir um conjunto de indicadores que vincule características edilícias de unidades habitacionais a dados de prevenção de saúde, com a intenção de apontar possíveis intervenções para a melhoria das condições de salubridade de uma habitação.

Não é inédito o fato de que diversas enfermidades reincidentem nas mesmas localidades, dados de saúde da Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza (SMS), disponibilizados no Plano Municipal de Saúde de Fortaleza (2022) demonstram que certos locais costumam estar presentes nos rankings de perfis epidemiológicos graves para várias doenças. O bairro Barra do Ceará, no noroeste da cidade, por exemplo, esteve, nos últimos 10 anos, presente como foco de tuberculose, bairro que também apresentou grandes concentrações de óbitos por COVID-19 (PMF; SMS, 2022). O bairro Granja Portugal e o Bom Jardim, parte da comunidade do Grande Bom Jardim, área de análise desta dissertação, partem de situação semelhante, tendo sido grandes focos de letalidade da pandemia (PMF; SMS, 2022), também aparecem nos mapas de tuberculose da última década e concentram uma grande parte dos casos de hanseníase de 2010 a 2020. Dados de dengue (PMF et al, 2022) também apresentam uma forte expressão de casos nessa regional.

O Grande Bom Jardim, comunidade composta por composta por cinco bairros da antiga regional V e que contém a ZEIS do Bom Jardim, estudo de casa desta pesquisa (Ver Figura 1), foi um grande foco de COVID-19 durante toda a pandemia. Em fevereiro de 2022, a comunidade possuía 12.126 casos, o que correspondia a 4,45% dos contaminados da cidade inteira, contudo possuía 712 óbitos, 7,06% das mortes de Fortaleza. (PMF; SMS, 2022)

Figura 1 - Estudo de Caso



Elaborado pela autora | Fonte: IBGE (2012); SEUMA (2018); SMS (2023)

Considerando os efeitos da desigualdade socioeconômica nas questões habitacionais de inadequação e déficit (Fundação João Pinheiro, 2020) e a informação de que passamos 80 a 90% do nosso tempo em ambientes construídos, de maneira especial, em casa, (Pasternak, 2016) a autora considera que, para mitigar problemas geograficamente recorrentes de saúde pública, é necessário pensar em intervenções a nível habitacional que foquem no incremento de salubridade das unidades habitacionais.

Ademais, em trabalho prévio do qual a autora fez parte (Fiuza et al., 2023), que estudou as correlações entre fatores urbanísticos e socioeconômicos e parâmetros da COVID-19 de março de 2020 até maio de 2021 em Fortaleza, foi perceptível a necessidade de maior investigação das dinâmicas de saúde a nível habitacional.

Essa constatação advém primordialmente do comportamento da variável Renda Média Mensal durante o período do estudo. Essa variável apresentou índices

de correlação negativa mais intensos com a taxa de letalidade durante o platô da curva de contaminação. A expectativa dos autores era que, devido ao acesso à saúde suplementar pelo estrato social com maior renda média mensal, a correlação negativa com a taxa de letalidade fosse mais proeminente nos ápices da curva de contaminação, quando o sistema de saúde pública chegou próximo de seu limite. Contudo, os índices de correlação negativa mais altos aconteceram no platô. Isso, em conjunto com a correlação positiva com as taxas de contaminação da variável Densidade Populacional, levaram à suspeita de que fatores na escala habitacional pudessem influenciar as dinâmicas da COVID-19, o que justifica o foco deste trabalho na escala habitacional e, especialmente, em áreas de baixa renda.

Esta pesquisa também se conecta a algumas produções acadêmicas do PPGAU+D da UFC e do ARQPET - UFC. Estes foram divididos em quatro compilações de estudos ligados a importantes temas desta dissertação, um envolve trabalhos utilizando indicadores; outro se refere aos que tratam de diferentes aspectos do Bom Jardim, área de estudo desta pesquisa; o terceiro aborda de produtos relacionados a COVID-19; e o último trata sobre saúde.

O primeiro grupo posiciona esta dissertação como a continuidade de uma linha de pesquisa do PPGAU+D com foco em indicadores com diversas aplicações na escala do planejamento urbano e na de avaliação de edificações.

Quatro trabalhos estão contidos nesta categoria, o primeiro é apresentado por Maia (2022), representando muito bem a definição de indicador como uma maneira de traduzir conceitos abstratos, a autora produz um indicador de qualidade para traduzir a percepção do caminhar no espaço urbano, com categorias sobre calçadas, segurança viária, segurança pública, atração, mobilidade e ambiente.

No nível do planejamento urbano, existem dois projetos ligados à elaboração de um Distrito de Inovação em Saúde no Porangabussu, Cavalcante (2023), inserida dentro do *City Information Modelling* (CIM), área de estudo voltada para a modelagem da informação no contexto urbano, elabora um conjunto de indicadores para delimitar a área de atuação deste distrito, aplicando camadas de alcançabilidade, integralidade e diversidade de uso. Já Barros (2023) desenvolve um sistema de indicadores para descrever e prever gentrificação dentro do distrito. O

último deste conjunto é Jorge (2023) que avalia indicadores de performance de equipamentos de saúde.

O segundo grupo envolve trabalhos que compartilham a mesma área de estudo desta pesquisa: o Bom Jardim. Ambas as dissertações do PPGAU+D deste grupo estão intimamente ligadas ao planejamento insurgente, aos assentamentos informais e a luta por moradia, Costa (2017) aborda principalmente a necessidade de representação da cidade informal e traz a modelagem da informação como uma maneira de fazê-lo e conhecer os assentamentos, aplicando esta metodologia na ZEIS do Bom Jardim. Já Frota (2018) busca compreender principalmente as práticas do planejamento insurgente como práticas de planejamento urbano, utilizando como um de seus estudos de caso o grupo que luta pela área verde do Parque Lagoa da Viúva, no Bom Jardim.

Ainda classificado pela autora como parte desta categoria de trabalhos, encontra-se o Plano Integrado de Regularização Fundiária (PIRF) da ZEIS do Bom Jardim, publicado em 2019. O PIRF foi um grande projeto que envolveu, além de lideranças comunitárias e participação popular direta, representantes da esfera pública e da academia, não limitada, mas contemplando também o ARQPET - UFC. O trabalho do PIRF reuniu grandes esforços de documentação e diagnóstico da ZEIS, além de propor um grande e completo projeto que envolve a definição de novos parâmetros urbanos, com base em consulta popular, o planejamento de acesso a serviços de infraestrutura e a regularização legal das casas na ZEIS.

Dada sua extensão, o projeto toca apenas superficialmente na questão da saúde, enfatizando que muitas das casas a serem regularizadas na área necessitam de intervenções nas habitações para torná-las saudáveis e habitáveis e sugere a elaboração futura de uma política pública de intervenção habitacional com foco em saúde. (PIRF, 2019)

O terceiro grupo, sobre COVID-19, é composto por dois trabalhos do ARQPET - UFC. O primeiro consiste na plataforma online Somar, criada pelo grupo com a intenção de mitigar efeitos da pandemia, o site possui três linhas de projetos, o Mapa Solidário, com foco em mapear organizações e campanhas de arrecadação de doações em comunidades ou áreas de ZEIS durante a pandemia; o COVID-19 na Cidade, que consiste em uma série histórica da primeira onda da pandemia em

Fortaleza, com mapas e diagnósticos; e o Curso Solidário, dois cursos de georreferenciamento voltados para profissionais com a intenção de arrecadar doações para a comunidade Raízes da Praia. (ARQPET - UFC, 2020)

O segundo projeto consiste no Mapa Participativo da COVID-19 no Grande Bom Jardim. Em 2020, organizações comunitárias do Bom Jardim, diante dos efeitos da pandemia e da escassez de dados, decidiram formar o Comitê Popular de Enfrentamento à Crise da Covid-19 no Grande Bom Jardim, composto também por professores de diversas universidades, pesquisadores da Fiocruz, líderes comunitários e alunos do ARQPET - UFC.

Com base em depoimentos de Agentes Comunitários de Saúde e representantes locais, foi possível identificar pontos importantes de óbitos, aglomerações e vulnerabilidades do território, o Mapa serviu como um relatório com 11 recomendações para o enfrentamento da COVID-19.

O último grupo contém apenas um projeto do PPGAU+D, mas este também faz parte de todo um contexto de pesquisa sobre as interseções entre saúde e ambiente construído que remontam a compreensão de saúde como um conceito multidisciplinar e para além da ausência de doença. Fontenele (2021) explora as relações entre ambiente construído e saúde a partir da espacialização de diferentes doenças na comunidade Vietnã no Rio Grande do Norte, usando como base os dados de uma Unidade Básica de Saúde.

Esta dissertação corresponde, então, à sumarização da trajetória da autora desde a graduação. Tendo iniciado seus primeiros passos na pesquisa com planejamento insurgente, em uma bolsa de iniciação à docência ligada a planejamento, o interesse pelas intercessões do tema com a saúde veio apenas depois, com a pandemia, participando dos projetos do ARQPET - UFC e posteriormente com a inserção, durante o mestrado, da autora no projeto “Espaço, redes de apoio e rotas de fuga: cidades em transformação” da CAPES. Já o tema de indicadores ligado à modelagem da informação foi aprofundado com parte da experiência do ARQPET, a partir do desenvolvimento de um Distrito de Inovação em Saúde, o Viva@Porangabussu, e com a experiência no Laboratório de Experiências Digitais (LED) durante o mestrado.

Por fim, esta pesquisa, visa contribuir para uma discussão acadêmica envolvendo a utilização de indicadores nos processos de intervenção e melhoria habitacional e abordar a relação entre ambiente construído e saúde pública e busca produzir conteúdo sobre áreas cujo contexto socioeconômico possui grande necessidade de estudo, considerando a frequente reincidência de enfermidades nesses lugares e a escassa menção desse panorama na literatura acadêmica.

Diante do exposto, esta pesquisa busca responder a seguinte pergunta de pesquisa:

Como intervenções edilícias podem contribuir para a prevenção de disseminação de doenças em habitantes de unidades habitacionais em zonas especiais de interesse social?

Por isso, o objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma metodologia para avaliação de salubridade e habitabilidade de residências de ZEIS, por meio de indicadores de habitação saudável.

Para atingir o objetivo principal, foram definidos cinco objetivos específicos, são eles:

1. Investigar as relações entre ambiente construído, com foco em unidades habitacionais em áreas de interesse social, e saúde pública;
2. Construir uma base de dados com as informações coletadas da ZEIS do Bom Jardim;
3. Desenvolver um conjunto de indicadores para a avaliação e orientação de intervenções edilícias voltadas para a prevenção de disseminação de doenças;
4. Avaliar os indicadores, a partir da elaboração de um algoritmo, utilizando um programa editor de planilhas, um software de georreferenciamento, um programa CAD e uma Interface Visual de Programação (IVP)

METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como parte do seu objetivo principal aprimorar processos de intervenção habitacional e, por isso, insere-se no paradigma científico de Design Science, considerada a ciência que busca desenvolver e projetar soluções para

aprimorar sistemas, resolver problemas ou criar novos artefatos (Dresch; Lacerda; Valle, 2015). O método científico adotado foi o Abductivo, descrito por Dresch, Lacerda e Valle (2015) como um processo de estudo dos fatos e de proposição de teorias para explicá-los, um processo sobretudo criativo, os autores afirmam ainda que a função do método abductivo é o de sugerir o que pode existir. O método de pesquisa definido foi o *Design Science Research* (DSR), por seu caráter pragmático de produção do conhecimento como ou para a produção de um artefato. (Dresch; Lacerda; Valle, 2015)

Para isso foram definidas quatro fases, seguindo o modelo da DSR: conscientização do problema, sugestão, desenvolvimento e avaliação

i. Fase de conscientização do problema:

Esta etapa tem como função explorar os temas da pesquisa, desenvolver uma fundamentação teórica e compreender melhor o problema.

Para investigar as relações entre ambiente construído, com foco em unidades habitacionais em área de interesse social, e saúde pública (Objetivo I), a técnica de pesquisa escolhida foi a pesquisa bibliográfica, voltada para trabalhos que apresentem experiências em relação a indicadores, habitação e fatores de saúde. Foi realizada uma revisão sistematizada da bibliografia que busca revisar a literatura revisada por pares disponível dos tópicos de interesse da pesquisa, contudo não segue o mesmo rigor metodológico da revisão sistemática, já que não há a exigência de múltiplos revisores ou da exaustão do método. (Grant; Booth, 2009)

Para a revisão, foram elaborados três *strings* de termos de busca envolvendo indicadores, habitações de interesse social e três conjuntos de doenças, aplicados a duas bases de dados: Scopus, selecionado por ser uma base com fontes mais abrangentes de diversas áreas do conhecimento e CuminCAD, selecionada por ser uma base com foco em gráfica digital e tecnologia.

Os conjuntos de enfermidades selecionados foram: COVID-19, eleito por ser uma doença respiratória pandêmica com grande impacto em países do Sul Global com grande quantidade de material recente produzido; arboviroses (dengue, zika e chikungunya) e malária, conjunto escolhido devido à alta incidência de doenças por vetores no território brasileiro; e doenças tropicais negligenciadas (DTN),

selecionadas pois constituem patologias contagiosas relacionadas com a pobreza e que afetam países de média a baixa renda (*Low to Middle Income Countries*) como o Brasil e a maior parte dos países do Sul Global. (Ochola Et Al. , 2021)

Os resultados obtidos pelas pesquisas passaram pela identificação, foram selecionados trabalhos produzidos em inglês, português e espanhol. O primeiro *screening* consistiu na seleção dos trabalhos a partir de títulos e resumos, foram selecionados trabalhos que apresentassem relação entre pelo menos uma característica habitacional e um efeito de saúde, como critério de exclusão foram retirados do estudo trabalhos que não possuíssem aplicação no Sul Global. Inicialmente, havia sido aplicado também o critério de exclusão para estudos que não propusessem indicadores ou índices, contudo, esse critério não pode ser aplicado no termo de busca relativo à DTN, devido à ausência de trabalhos produzidos com essa características neste termo, ele foi aplicado, contudo, nos termos relativos a COVID-19 e a arboviroses e malária. Por fim, o segundo *screening* consistiu na seleção a partir do artigo completo, foram excluídos estudos que não tratassem de características habitacionais, que não tratassem de comunidades de baixa renda ou que não fossem, de fato, relativos à doença do termo de busca correspondente.

O primeiro termo de busca refere-se a COVID-19, o *string* de busca aplicado a Scopus consistiu em: “COVID-19” OR “SARS-CoV-2” AND “habitation” OR “housing” OR “social interest housing” OR “house” OR “low income habitation” AND “indicator” OR “index”.

O resultado obtido foram 398 artigos, após a identificação, foram selecionados 361 trabalhos, após o 1º *screening* restaram 24 artigos, o resultado final obtido foram 11 artigos, após o 2º *screening*. Ao final, dois artigos foram adicionados a partir das referências bibliográficas dos artigos já selecionados.

Na base CuminCAD, foram pesquisados os termos “COVID-19”, “habitation” e “indicator” em trabalhos posteriores a 2019. Foram obtidos 423 resultados, após a seleção de idiomas, permaneceram 423 artigos, após o 1º *screening*, foram selecionados 7 trabalhos, dos quais apenas 1 passou pelo 2º *screening*.

O segundo termo de busca teve foco nas DTN, o *string* de busca inicialmente aplicado a Scopus foi: “poverty-related disease” OR “neglected tropical diseases”

AND *"habitation"* OR *"housing"* OR *"social interest housing"* OR *"house quality"* OR *"low income habitation"* AND *"indicator"* OR *"index"*. Contudo, a plataforma atingiu apenas 9 resultados, por isso a autora decidiu omitir o final do *string* relativo ao indicador.

O novo *string* consistiu em: *"poverty-related diseases"* OR *"poverty related diseases"* OR *"neglected tropical diseases"* AND *"house"* OR *"habitation"* OR *"housing"* OR *"social interest housing"* OR *"house quality"* OR *"low income habitation"*.

Foram obtidos 138 resultados, dos quais 116 cumpriam os critérios da identificação, destes 21 foram selecionados após o 1º *screening*. Por fim, após o 2º *screening*, 14 artigos foram escolhidos.

Na base CuminCAD, foram pesquisados os termos: *"poverty-related disease"*, *"neglected tropical diseases"*, *"neglected diseases"* e *"tropical disease"*. Contudo, não houveram resultados.

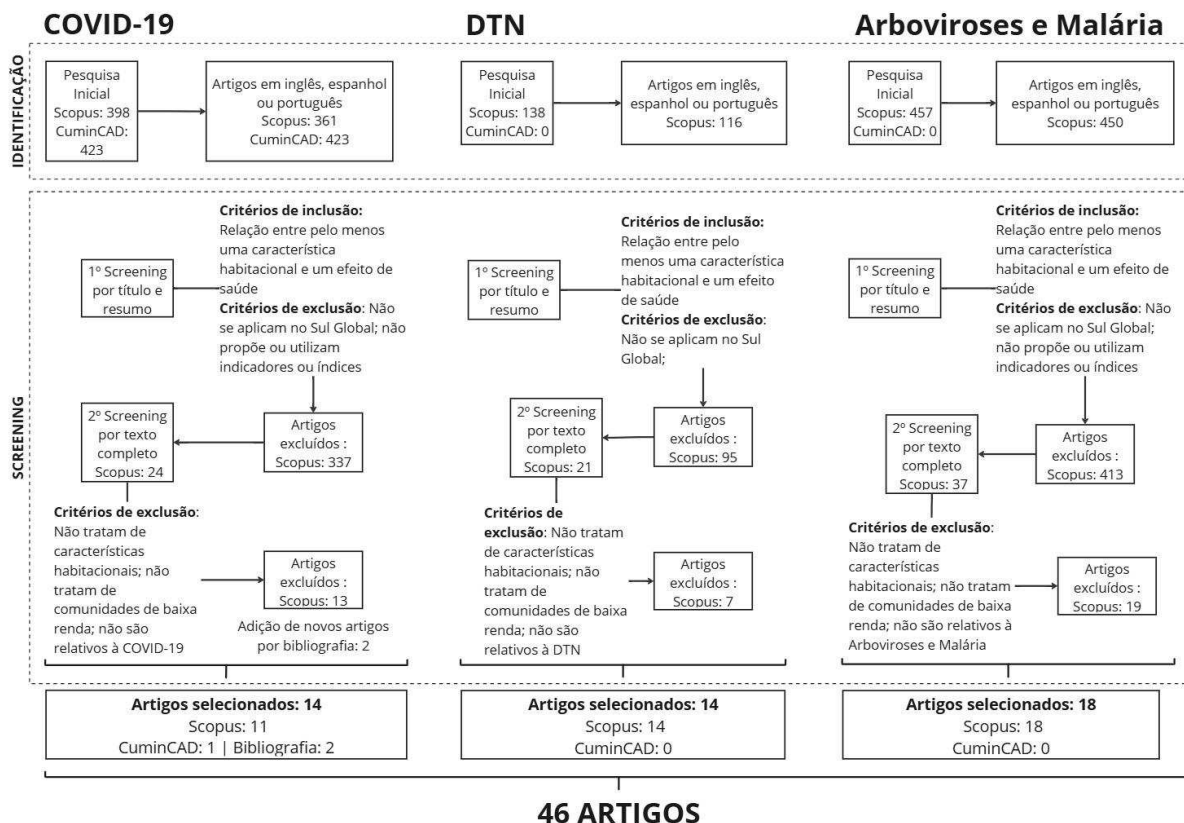
Finalmente, o terceiro termo de busca tem foco nas arboviroses e na malária. O *string* utilizado na Scopus foi: *"arbovirus"* OR *"arbovirolosis"* OR *"arboviral disease"* OR *"malaria"* OR *"dengue"* OR *"zika"* OR *"chikungunya"* AND *"habitation"* OR *"housing"* OR *"social interest housing"* OR *"house"* OR *"low income habitation"* AND *"indicator"* OR *"index"*. Foram obtidos 457 resultados, após a identificação, restaram 450, posterior ao 1º *screening*, apenas 37 foram selecionados, por fim, encaixaram-se nos critérios do 2º *screening*, 18 artigos.

Na CuminCAD, os termos buscados foram: *"arbovirus"*, *"arbovirolosis"*, *"arboviral"*, *"dengue"*, *"malaria"*, *"zika"* e *"chikungunya"*. Porém, tal qual as DTN, não houveram resultados.

No final, foram selecionados 46 artigos, dos quais 14 são relativos a COVID-19, 14 são relacionados a DTN e 18 são referentes a arboviroses e malária.

Este processo pode ser visualizado graficamente na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Fluxograma da Revisão Sistemizada



Elaborado pela autora

ii. Fase de sugestão

Esta fase consiste na sugestão do artefato, tem foco em propor como será seu desenvolvimento a partir da conscientização do problema.

Por isso, a partir do material coletado na pesquisa bibliográfica, foi possível identificar quais variáveis são mais pertinentes para a análise de habitações do ponto de vista de cada um dos grupos de doenças selecionados. A partir disso, foi criado um framework do que consiste uma habitação saudável, as variáveis e condições mínimas devem ser considerados para definir uma unidade habitacional como saudável foram categorizadas em cinco grupos: Qualidade Construtiva, Infraestrutura Urbana e Ambiental, Saneamento, Densidade, Iluminação Natural e Ventilação.

iii. Fase de desenvolvimento:

Esta etapa é a de desenvolvimento do artefato. Nesta pesquisa, esta fase consiste na caracterização da área de estudo a partir da coleta de dados, com a

intenção de criar uma base de dados (Objetivo II) e na construção de um conjunto de indicadores. (Objetivo III)

Para coletar os dados foram utilizadas duas técnicas, uma com a função de coletar dados primários e outra com a função de coletar dados secundários em campo.

Para os dados secundários, foi utilizada a pesquisa documental, técnica semelhante à e com os mesmos passos da pesquisa bibliográfica, contudo este tipo de pesquisa utiliza fontes sem tratamento analítico. (Gil, 2002) Foram coletados dados de infraestrutura (água, saneamento e coleta de lixo) do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, dados de atendimento em saúde (localização e área de atuação das UAPS) e dados de legislação (material sobre a ZEIS do Bom Jardim).

Para os dados primários, foi utilizado o levantamento em campo de unidades habitacionais inseridas na área de estudo. Para isso, foi definida a área disponível para levantamento, selecionada com base nos dados coletados da pesquisa documental. Com base na revisão bibliográfica e no *framework* de habitação saudável, foi elaborado o questionário. (Ver Anexo 1) Por fim, foi produzido o termo de consentimento livre e esclarecido (Ver Anexo 2) e estabelecido o contato com agentes comunitários de saúde que indicaram as casas a serem levantadas .

Para a construção dos indicadores (Objetivo III), foi construído um algoritmo que correlacione as características edilícias de unidades habitacionais com informações de saúde, com o auxílio de um editor de planilhas (Google Planilhas), um *software* de georreferenciamento (QGIS), um *software* CAD e uma Interface Visual de Programação (IVP) (*Rhinoceros + Grasshopper*).

iv. Fase de avaliação:

Esta fase é voltada para a aplicação e avaliação do artefato do *Design Science Research*, representado nesta pesquisa pelos indicadores. Ela atende ao objetivo de aplicá-los, a partir da elaboração de um algoritmo, utilizando um programa CAD e uma IVP.

Nesta última etapa, os indicadores desenvolvidos foram aplicados nas unidades habitacionais levantadas da área de estudo. Por fim, para avaliação do desempenho dos indicadores, foram simuladas intervenções na habitação com

menores resultados. Então, o algoritmo foi reaplicado e os novos resultados avaliados.

A seguir, esta dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro, intitulado "O Ambiente Construído: Conceitos e Estudo de Caso", apresenta as bases conceituais utilizadas no processo e o estudo de caso da pesquisa, suas características, sua infraestrutura e seu histórico. O segundo capítulo, "Ambiente Construído e Saúde: Os Indicadores", traz a revisão bibliográfica da pesquisa, interseccionando os temas de habitação e indicadores com três grupos de doenças: COVID-19, Doenças Tropicais Negligenciadas e Arboviroses e Malária.

O terceiro capítulo, chamado "O Indicador Composto", apresenta o artefato proposto desta dissertação: o indicador composto e os indicadores secundários, expondo as variáveis e os parâmetros decididos para cada indicador. O capítulo 4, "Resultados e Discussões", apresenta as oito casas levantadas da área de estudo sob a análise dos indicadores desenvolvidos. Este capítulo ainda apresenta o tópico Avaliação do Indicador que expõe os resultados dos indicadores propostos diante da simulação de uma intervenção na habitação 2 e as discussões da pesquisa. Por fim, são expostas as considerações finais da dissertação.

1. AMBIENTE CONSTRUÍDO: CONCEITOS E ESTUDO DE CASO

Este capítulo divide-se em dois tópicos, o primeiro explora as bases conceituais conectadas à interseção entre ambiente construído e saúde, ao princípio, citando conceitos mais voltados para o aspecto social do debate, como a teoria ecossocial e a dialética socioespacial, depois, adentrando o caráter de saúde, citam-se trabalhos importantes sobre Saúde Pública e epidemiologia, chegando até o conceito de habitação saudável, finaliza-se este primeiro tópico expondo as conexões desta dissertação com a modelagem da informação.

Já o segundo tópico deste capítulo aborda o ambiente construído sob a ótica das Zonas Especiais de Interesse Social, utilizando-se do estudo de caso da ZEIS do Bom Jardim. Este discorre sobre a própria definição de ZEIS, sua intercessão com os temas relacionados à saúde, depois, apresenta um breve histórico do estudo de caso e sua infraestrutura.

1.1. AMBIENTE CONSTRUÍDO E SAÚDE: BASES CONCEITUAIS

Para a compreensão do trabalho, é necessário o estabelecimento da fundamentação teórica. Dada a complexidade do tema, as discussões sobre ambiente construído e saúde abrangem conceitos de diversas áreas de estudo, desde a Sociologia e a Geografia passando pelas Ciências de Saúde até chegar na Arquitetura e Urbanismo.

O primeiro conjunto de conceitos tem foco na saúde e nos efeitos socioespaciais que permeiam o ambiente construído, considerando, entre eles, a habitação. Dentre estes conceitos, está a teoria ecossocial, apresentada por Barata (2009), que compreende que os ambientes sociais, psíquicos e ambientais de um indivíduo são indissociáveis das suas condições de saúde. Barata (2009) afirma ainda que, dada sua influência nos padrões de vida e no contexto ambiental da população, as relações socioeconômicas podem vir a ditar certos padrões de distribuição de doenças.

Outro conceito que dialoga com a teoria ecossocial é a dialética socioespacial, nesta pesquisa, apresentada por Soja (1980). Ele afirma que a organização espacial da sociedade é um produto da própria ação humana, que, para além de ser consequência da sociedade, esta organização é a própria construção social que acontece dentro do espaço urbano. Ou seja, a maneira como a cidade se organiza, além de ser uma manifestação social, possui características de relações sociais intrínsecas à sua constituição, como a desigualdade socioeconômica. Barrios (2014) também aborda o assunto, que converge com a visão de Soja, ao entender a organização social do espaço como os elementos da configuração espacial do ambiente postos em relação entre si por meio da ação organizada dos agentes sociais, considerando o espaço como algo não passivo e fruto das práticas e necessidades sociais.

Santos (2002) também fala sobre o assunto ao discorrer sobre a definição do espaço em si. Ele entende, a partir dos trabalhos de Durkheim que o espaço é ao mesmo tempo um fato social, uma realidade objetiva e um objeto social.

Ao unificar esses dois conceitos, é mais aparente a conexão entre saúde e ambiente construído, pelo menos em âmbito urbano. Já que relações socioeconômicas podem vir a ditar padrões de distribuição de doenças (Barata, 2009) e a organização espacial de uma cidade é uma manifestação social com características dessas relações (Soja, 1980), é possível supor que o ambiente construído no nível urbano pode afetar a propagação de doenças.

Considerando as relações entre ambiente construído e saúde no nível da habitação, este trabalho se vale do conceito de habitação saudável. Para definir este termo, é necessário entender que ele está ligado à própria evolução do conceito de Saúde Pública e ao seu histórico. As conexões entre efeitos de saúde e o ambiente não começam, mas ficam, definitivamente, mais evidentes na era da Revolução Industrial (séc. XIX) com a urbanização intensa das cidades europeias, quando a qualidade de vida da população de baixa renda cai e a sua exposição a doenças infecciosas, como a cólera, por exemplo, aumenta. É aqui o nascimento do movimento sanitaria, que duraria até o final do século XIX, que entende saúde como consequência de condições de vida, tanto sociais, econômicas como ambientais. (Hermeto, 2009 *apud* Buss, 2000)

Diversas teorias médicas deste momento relacionavam doenças com fatores urbanos, algumas ligadas ao solo, outras à água e algumas à ventilação, é com base nessas teorias que médicos e higienistas focaram em tratar o ambiente urbano em si, propondo normas urbanísticas e estabelecendo diretrizes para a construção de habitações. (Costa, 2014)

Um dos exemplos deste período é o clássico estudo da epidemia da cólera em Londres em 1854, realizado por John Snow. O médico mapeou os casos e mortes de cólera da capital inglesa e suas respectivas fontes de água, com base nesses dados, ele levanta três possibilidades de contaminação da cólera, por contato direto com o doente, pela ingestão inconsciente de fezes contaminadas nos alimentos e por uso de água poluída por esgoto com fezes contaminadas. Foi assim que John Snow deu início à corrente da epidemiologia e lançou os precedentes do georreferenciamento. (Snow, 1855)

Ao final do século XIX, em 1871, Pasteur descobriu os micróbios, o que acabou por modificar a medicina baseada em uma abordagem com foco no ambiente para uma com foco no indivíduo, estabelecendo o início dos estudos médicos voltados para a microbiologia, a criação de vacinas e o foco no tratamento individual de pacientes. (Costa, 2014 *apud* Urteaga, 1980)

Mais tarde, nos anos 1970, o debate envolvendo ambiente e saúde retoma com o entendimento de determinantes socioeconômicos da saúde leva a novas concepções deste conceito que não estão focadas na doença em si. Na América do Norte e Europa, uma série de conferências eventualmente produziu a Carta de Ottawa, em 1984. Esta carta consiste em um documento com foco em definir valores e estratégias da promoção à saúde que, até hoje, é considerado relevante na concepção de saúde pública. Dentre as cinco estratégias definidas, uma, em específico, foi importante para a criação do conceito de habitação saudável, a criação de ambientes favoráveis à saúde. (Heidmann et al, 2006)

É a partir dessa estratégia da Carta de Ottawa que, em 1987, a OMS produziu um relatório intitulado *Housing - Implications for Health*, com o objetivo de conectar o setor de saúde a outros setores profissionais do desenvolvimento socioeconômico e da habitação, assentando a interdisciplinaridade e a camada social do conceito de habitação saudável. Ele apresenta onze princípios no total, sendo seis com foco nas

relações entre habitação e problemas de saúde e outros cinco com foco nos métodos e ações para atingir os objetivos de saúde no âmbito habitacional.

Os seis primeiros princípios definem bem o conceito em estudo, compreendendo uma casa salubre como uma que oferece proteção contra doenças contagiosas, lesões e doenças crônicas, que promova saúde mental a seus habitantes, que possuam um entorno com disponibilidade de empregos, que sejam utilizadas de modo a maximizar os efeitos positivos de saúde e que minimizem os efeitos de saúde sobre populações mais frágeis (mulheres, crianças, idosos, doentes crônicos e moradores de favelas). Para atingir esses princípios, o acesso seguro à água, esgotamento sanitário, lixo, drenagem, mobília, densidade e ventilação adequados foram mencionados como necessidade.

A partir deste movimento criado pela OMS, é criada, em 1995, a *Red Interamericana de la Vivienda Saludable*, e, em 2000, a Rede Brasileira de Habitação Saudável (RBHS). Ambas instituições tinham como objetivo fortalecer capacidades nacionais para trabalhar com as questões envolvendo habitação saudável, a primeira em escala internacional e a segunda atuando apenas no Brasil. (Cohen et al, 2007)

Cohen et al. (2007) apresentam a habitação, no contexto da RBHS, como um espaço de desenvolvimento e consolidação de saúde. De acordo com eles, a habitação envolve o ambiente físico construído, a qualidade ambiental deste ambiente, do seu entorno e das suas relações. Eles propõem que a habitação saudável seja incluída no Programa Saúde da Família e seja tratada como parte da atenção primária básica, defendendo a participação comunitária como elemento integral da universalização da saúde.

Em 2018, a OMS lançou um novo relatório, desta vez intitulado *Housing and Health Guidelines*. Neste documento, além de definir habitação saudável, em concordância com o que tem sido defendido no passado pela própria OMS, pela Carta de Ottawa, pela *Red Interamericana de la Vivienda Saludable* e pela RBHS, como um abrigo que dá suporte a um estado completo de bem estar físico, mental e social, a OMS trata de características habitacionais específicas relacionadas a efeitos de saúde, unificando o conceito mais social e comunitário de saúde com uma

linha de pesquisa ascendente do setor de profissionais de saúde de análise de determinantes ambientais e suas correlações com doenças.

A OMS menciona como fatores habitacionais com necessidade de atenção: a aglomeração habitacional, baixas e altas temperaturas internas, os perigos de lesão e a acessibilidade.

O conceito de habitação saudável adotado nesta pesquisa também pretende unificar estas duas faces do termo. Então, compreende-se a habitação saudável como um local de consolidação da saúde que envolve, além da integridade física, a comunidade e o seu entorno, mas também compreende-se a habitação saudável como um ambiente construído de alta influência na saúde, cujas características físicas e seus efeitos em seus habitantes devem ser de domínio dos profissionais da construção civil.

O próximo conceito tem foco na conceitualização da ferramenta a ser desenvolvida, o conceito de indicador. De acordo com Jannuzzi, um indicador consiste em uma maneira de quantificar, em números de significado social substantivo, um conceito social abstrato. Nesta pesquisa, busca-se quantificar a adequabilidade de habitações a fatores de saúde, em específico, ao contágio de doenças.

Ademais, este trabalho está intimamente conectado com a Modelagem e Design da Informação (MDI), especialmente quando se considera que o objetivo final é a elaboração de um indicador. Este tipo de artefato tem como função trabalhar dados de maneira que informação seja mais evidente ou mais facilmente percebida. No caso desta pesquisa, o indicador elaborado trata especificamente de evidenciar as relações e os impactos de habitação e saúde.

Para além disso, esta pesquisa usufrui intimamente do modo de pensar computacional (*"computational design thinking"*), que Ahlquist e Menges (2011) definem como uma metodologia de trabalho que envolve o processamento de informação de maneira algorítmica que torna possível o uso de informação específica desde a primeira abstração de projeto. O pensamento computacional também é apresentado pelos autores como conectado a sistemas, conceito presente neste estudo, eles afirmam que a computação envolve o processamento de

informação e das interações entre os elementos que constituem um ambiente específico e complementam ainda que sistemas não são apenas as somas das partes e que o foco deve ser nas interações.

Isto conecta-se especialmente com o conceito de Saúde Pública apresentado pela OMS, em 1974, de que Saúde Pública vai além apenas do setor saúde, envolve paz, educação, alimentação, ecossistema estável, recursos sustentáveis, justiça social e equidade. (Hermeto, 2009) Esses fatores interagem entre si e a Saúde Pública não pode ser compreendida sem considerar as interações destas várias variáveis ou isolando-as, é necessário conectá-las em sistemas.

Por isso, esta pesquisa também se conecta à Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanffy (1968). A TGS consiste em uma teoria que compreende a natureza como um conjunto de sistemas, cujas partes não podem ser individualizadas sem considerar as interações entre elas, e propõe-se como uma disciplina científica unificada que tende a integração de várias ciências. Novamente, isto se conecta à multidisciplinaridade do conceito de Saúde Pública apresentado pela OMS. Esta conexão entre sistemas, saúde e cidade também é mencionada por Christopher Alexander (2011), ele afirma que: “[...] a saúde das cidades é produzida por interações entre partes interdependentes, incluindo casas, cafés e teatros, sim, mas também incluindo favelas e cemitérios.” (Alexander, 2011, tradução nossa)

Por fim, outro conceito inserido na TGS e conectado à MDI utilizado nesta pesquisa é o conceito de *feedback*. Este conceito consiste em um ciclo de informação na qual um receptor a partir de um estímulo transporta uma mensagem a um aparato de controle que leva a mensagem a produzir uma reação que se transforma em uma resposta que consiste no novo estímulo para o receptor. A ideia de feedback é utilizada neste estudo no sentido de que o indicador é o aparato de controle capaz de transmitir a mensagem de maneira mais efetiva para que a resposta gere *feedbacks* mais precisos, eles que definirão as modificações dentro do sistema.

No tópico a seguir, serão abordadas questões a respeito das Zonas Especiais de Interesse Social e detalhes sobre a ZEIS do Bom Jardim, estudo de caso desta pesquisa.

1.2. AMBIENTE CONSTRUÍDO EM QUESTÃO: ZEIS

As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) fazem parte dos instrumentos de política pública instituídos pelo inciso V do artigo 5 do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001). Como explica Rolnik (2002), as ZEIS são produtos da luta dos movimentos de moradia pela não remoção e pela inclusão nos planejamentos urbanos do padrão de ocupação dos assentamentos informais.

A ZEIS representa a possibilidade de regularização de populações historicamente marginalizadas no processo de planejamento, representa ainda a possibilidade de regularização fundiária, de participação comunitária, de obtenção de segurança legal e de introdução de serviços e infraestrutura a esses territórios. (Rolnik, 2002)

O Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDPFOR) (Lei Nº 62/2009) instituiu três tipos de ZEIS, a ZEIS 1 é caracterizada por assentamentos informais e população de baixa renda. Esse tipo de ZEIS é marcado por forte ausência de salubridade, ocupação desordenada e alta precariedade tanto do ponto de vista urbanístico como habitacional, seu objetivo é garantir o cumprimento das funções sociais da cidade; promover a regularização fundiária, urbanística e ambiental de assentamentos ocupados por populações de baixa renda; ampliar a oferta de infraestrutura e equipamentos urbanos; mitigar os riscos decorrentes deste tipo de ocupação e promover o desenvolvimento humano destes habitantes.

Estas são as localidades que tendem a sofrer com maior impacto as consequências de enfermidades, devido a própria precariedade que caracteriza este tipo de ZEIS, é por este motivo que o estudo de caso desta dissertação é uma ZEIS 1.

A ZEIS 2, por outro lado, tem como prerrogativa a presença de loteamentos irregulares ou conjuntos habitacionais. Popularmente conhecidas como ZEIS de conjuntos, geralmente, neste tipo, percebe-se um nível de precariedade um pouco inferior às da ZEIS 1, estando em áreas já parcialmente urbanizadas, mas seus objetivos são os mesmos.

Para o reconhecimento de áreas como ZEIS 1 e 2 existem alguns requisitos, entre eles: a população predominante do território deve ser de baixa renda; a

ocupação deve estar consolidada há pelo menos 5 anos; e precisa ser predominantemente residencial e passível de regularização fundiária.

Por fim, a ZEIS 3 tem como foco áreas com infraestrutura estabelecida com terrenos vazios ou imóveis subutilizados e tem como objetivo aumentar o número de moradias para populações de baixa renda; combater o déficit habitacional de Fortaleza e incentivar o investimento em programas habitacionais de proprietários de terrenos vazios.

A instituição da ferramenta das ZEIS, tanto considerando o contexto nacional do Estatuto das Cidades, como no local, do Plano Diretor de Fortaleza, constituiu-se em um importante instrumento de reivindicação a favor da permanência e das melhorias urbanísticas e habitacionais para os movimentos de moradia. Contudo, apesar de claros avanços e grandes projetos, como os PIRFs das ZEIS prioritárias e o Programa Morar Melhor, é muito clara a ausência de qualquer coordenação dessas ações com as questões de saúde.

O próprio PDPFOR não menciona salubridade ou saúde nem como característica definidora dos tipos de ZEIS nem especificamente como objetivo a ser cumprido, toda a questão relacionada às consequências da precariedade habitacional na saúde de seus habitantes está resumida no item III, Art. 127 da seção II do capítulo IV do Plano Diretor (Lei Nº 62/2009), que afirma que um dos objetivos da ZEIS 1 é “eliminar os riscos decorrentes de ocupações em áreas inadequadas”, unificando todas as ameaças sociais, econômicas e de saúde em um único objetivo.

Já o PIRF da ZEIS do Bom Jardim reconhece a necessidade de melhorias habitacionais para que casas com segurança fundiária cheguem a níveis adequados de salubridade, contudo, não chega a se aprofundar muito no assunto nem em uma proposta de melhoria habitacional para isso.

Por sua vez, o Programa Morar Melhor foca em questões de melhoria das condições de habitabilidade, os atingidos pela política devem possuir sua própria residência, ter renda de até três salários mínimos e os imóveis devem ser exclusivamente residenciais. Os critérios de seleção das casas reformadas, entretanto, não estão explícitos, as intervenções não foram exclusivas de áreas de

ZEIS e não aparentam levar em consideração nenhuma informação específica para priorizar as intervenções, estando espalhadas em Fortaleza. (HABITAFOR, 2023)

Um programa como esse se beneficiaria bastante com uma interseção com os dados de saúde e da priorização das áreas mais atingidas por enfermidades, trazendo a possibilidade de mitigação tanto do déficit qualitativo habitacional de Fortaleza quanto das questões de saúde pública.

Nos subtópicos a seguir, serão abordadas as questões específicas do estudo de caso desta pesquisa, seu histórico e suas questões de infraestrutura.

1.2.1. A ZEIS DO BOM JARDIM

Conforme mencionado, a ZEIS do Bom Jardim foi instituída pelo PDPFOR (Lei Nº 62/2009), ela constitui uma ZEIS de tipo 1. Sua criação representa anos de luta por moradia da comunidade do Grande Bom Jardim.

Uma década mais tarde, em 2019, a criação do PIRF é uma consequência desta luta. O PIRF do Bom Jardim abrange diversos tópicos importantes para a urbanização de uma ZEIS. Ele abrange o diagnóstico; o plano urbanístico; a normatização especial de parcelamento, edificação, uso e ocupação do solo; o plano de regularização fundiária; o plano de geração de trabalho e renda; o plano de participação comunitária e desenvolvimento social; a compatibilização dos planos; e o plano de trabalho. (PIRF, 2019)

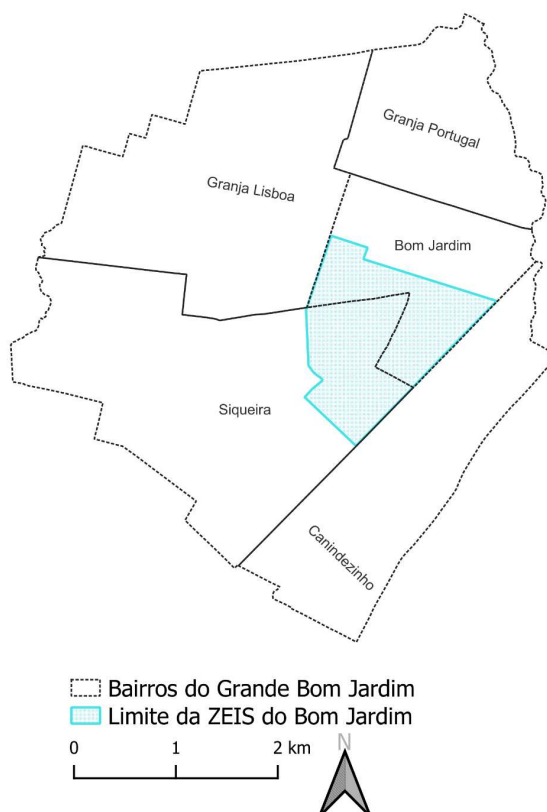
A intenção deste trabalho é somar ao produto desta luta, é prover uma ferramenta a comunidades como essa com um grande histórico de reivindicação por moradia, compreendendo que apenas a segurança legal de uma habitação não é suficiente para garantir habitações dignas a uma população. A seguir, será abordado com maior profundidade a história deste território e suas características.

A área de estudo desta dissertação é a ZEIS do Bom Jardim. Ela possui em torno de 25 mil habitantes distribuídos em 205 hectares, está localizada no sudoeste da cidade de Fortaleza e compreende parte dos bairros Bom Jardim e Siqueira. (PIRF, 2019 *apud* Fortaleza, 2015)

Esta ZEIS constitui em uma parte da comunidade do Grande Bom Jardim, uma área formada oficialmente por cinco bairros: Bom Jardim, Canindezinho, Granja

Lisboa, Granja Portugal e Siqueira. Portanto, o GBJ e a ZEIS possuem o mesmo histórico. (Ver Figura 3) O GBJ compreende ainda diversas comunidades, como a Ocupação da Paz, Pantanal, Parque Santo Amaro, Nova Canudos e o Marrocos, todas dentro do território da ZEIS. (Ver Figura 4)

Figura 3 - O Grande Bom Jardim e a ZEIS do Bom Jardim



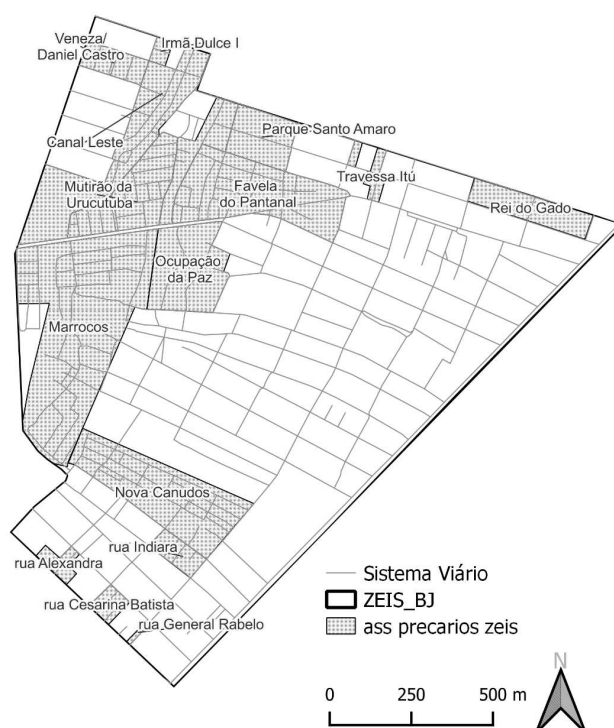
Elaborado pela autora | Fonte: IPLANFOR (2023), PIRF (2019)

De acordo com o PIRF da ZEIS do Bom Jardim, a urbanização intensa da cidade de Fortaleza nos anos 70, em conjunto com a expulsão da população mais pobre das áreas centrais da cidade, o êxodo rural e o loteamento ilegal de antigos latifúndios na área conhecida hoje como o GBJ marcaram o início da ocupação informal destes cinco bairros. (PIRF, 2019 *apud* França, 2011; Freitas, 2019)

O GBJ consiste em um território multifacetado, marcado por desigualdades internas, pela ausência do Estado desde os seus primórdios e por uma forte mobilização comunitária pelo direito à cidade e à moradia.

A luta e a ocupação do território receberam, inicialmente, apoio das Comunidades Eclesiais de Base, nos anos 1970, as reivindicações eram ligadas à moradia e à ausência de infraestrutura básica e eventualmente culminaram em comunidades importantes do GBJ. Esse histórico leva à eventual inclusão da ZEIS do Bom Jardim no Plano Diretor de Fortaleza, em 2009, e, uma década mais tarde, à elaboração do seu Plano Integrado de Regularização Fundiária. (PIRF,2019)

Figura 4 - ZEIS do Bom Jardim e Assentamentos Precários



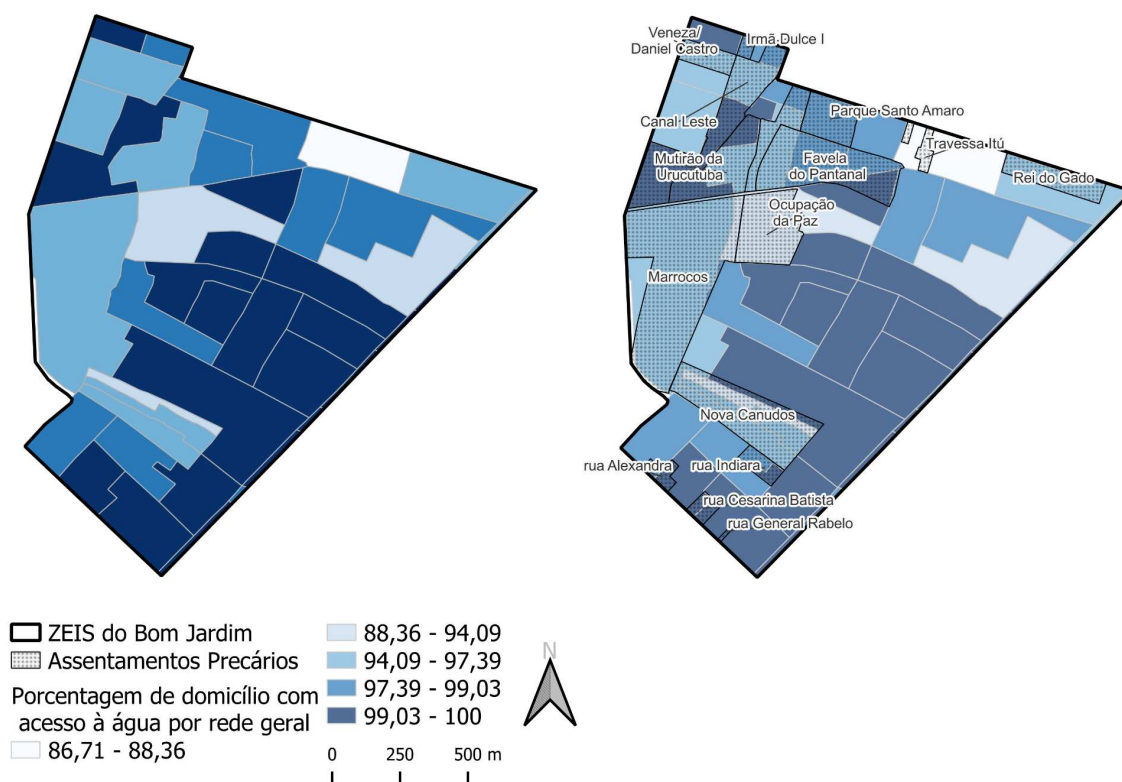
Elaborado pela autora | Fonte: PDPFOR (2009), PIRF (2019)

Já o histórico da infraestrutura no Grande Bom Jardim sempre esteve relacionado com a ausência dos serviços de abastecimento de água, esgoto e lixo e a reivindicação por eles. Maia (2013) relata pelo menos três matérias do jornal OPOVO que relatam a ausência de infraestrutura no território pelo ponto de vista dos moradores, a primeira vez em 1968, depois em 1978 e por fim em 1990. Recentemente, em 2020, com a pandemia de COVID-19, movimentos comunitários do Bom Jardim criaram a campanha Saneamento Já, em conjunto com o ARQPET -

UFC, e novamente trazem a tona as necessidades de infraestrutura de seu território e como isso os torna vulneráveis a situações de saúde precárias. (Diário do Nordeste, 2020)

Sobre os dados de atendimento desses serviços hoje, o Censo Demográfico do IBGE (2010) apresenta que o acesso à água na ZEIS do Bom Jardim possui percentagens bastante aceitáveis, os índices começam em 86,71% de domicílios com acesso à água por rede geral nos setores censitários da ZEIS, mas mesmo com o bom atendimento é possível perceber as desigualdades de acesso e a heterogeneidade mesmo dentro da ZEIS. O sudeste do território tem as mais altas percentagens de atendimento, enquanto o oeste possui as menores. Essa dinâmica é mais perceptível ao sobrepor os assentamentos precários, as comunidades Nova Canudos, Ocupação da Paz e Marrocos, por mais que ainda possuam atendimento aceitável, mostram percentagens nas últimas três categorias de análise. (Ver Figura 5)

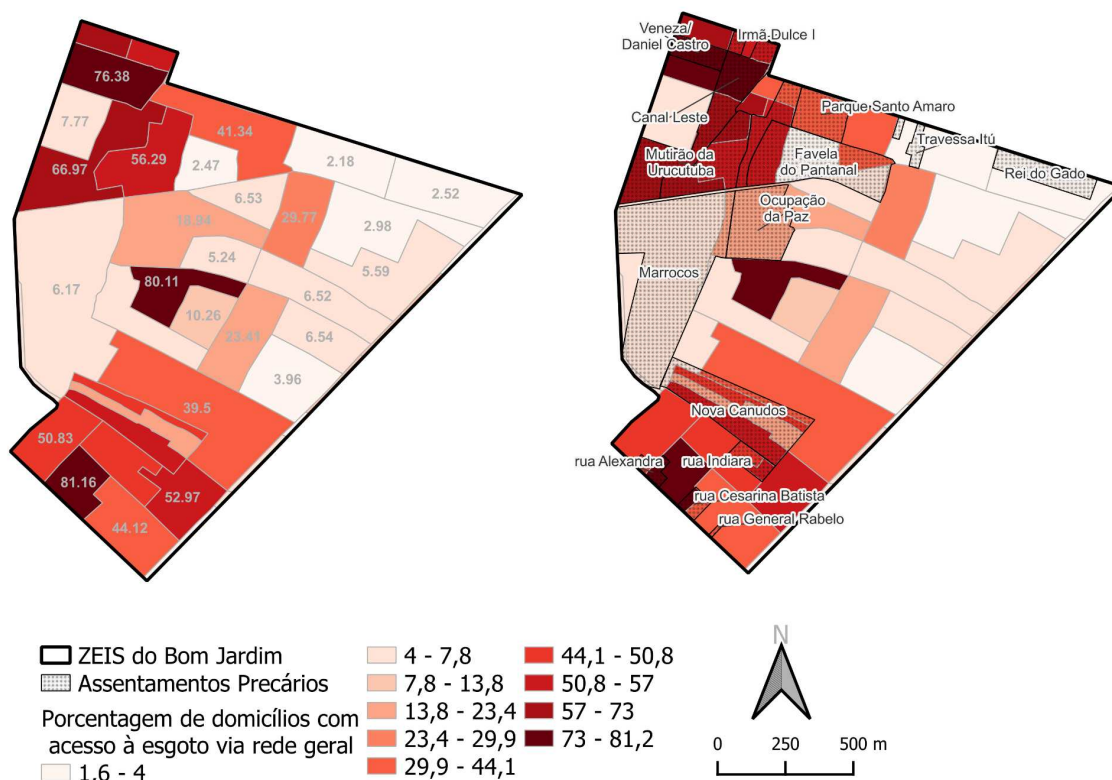
Figura 5 - Acesso à água por rede geral na ZEIS do Bom Jardim



Elaborado pela autora | Fonte: IBGE (2010), PDPFOR (2009), PIRF (2019)

Já o acesso à esgoto por rede geral é a infraestrutura de situação mais crítica da ZEIS. Um grande vazio é perceptível no centro e no norte da ZEIS, com uma grande quantidade de setores com a porcentagem de domicílios com atendimento a esgoto por rede geral abaixo de 10%. Mesmo as áreas com melhores índices, ainda possuem baixas taxas, apenas quatro setores censitários no território inteiro tem porcentagem acima de 70%. (Ver Figura 6)

Figura 6 - Acesso a esgoto por rede geral na ZEIS do Bom Jardim

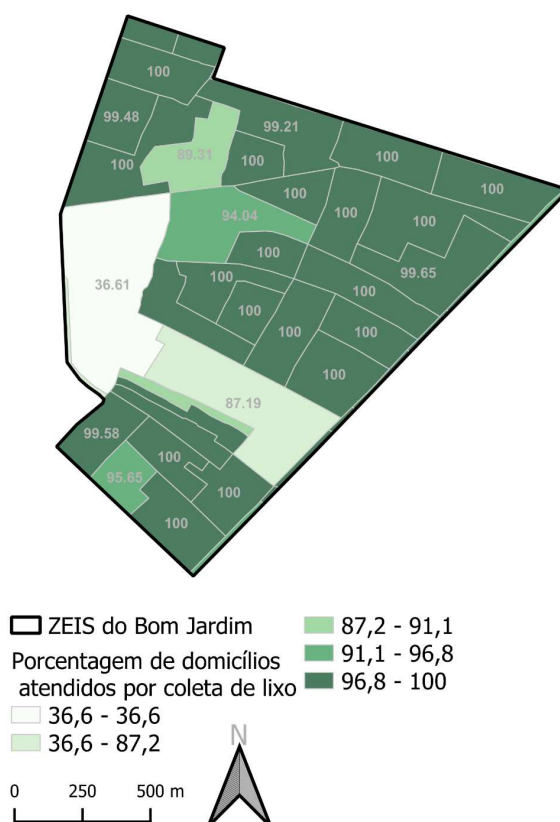


Elaborado pela autora | Fonte: IBGE (2010), PDPFOR (2009), PIRF (2019)

Por fim, em relação ao acesso à coleta de lixo, a ZEIS do Bom Jardim parece estar muito bem abastecida com grande parte dos setores com 100% dos domicílios sendo atendidos por coleta, os poucos setores que não possuem 100% todos possuem mais de 80% de atendimento. Contudo, é perceptível um grande vazio a oeste, correspondente a grande parte da comunidade do Marrocos, um setor de

aproximadamente 200.000 m² possui apenas 36,61% dos domicílios com acesso à coleta de lixo. (Ver Figura 7)

Figura 7 - Acesso à coleta de lixo na ZEIS do Bom Jardim

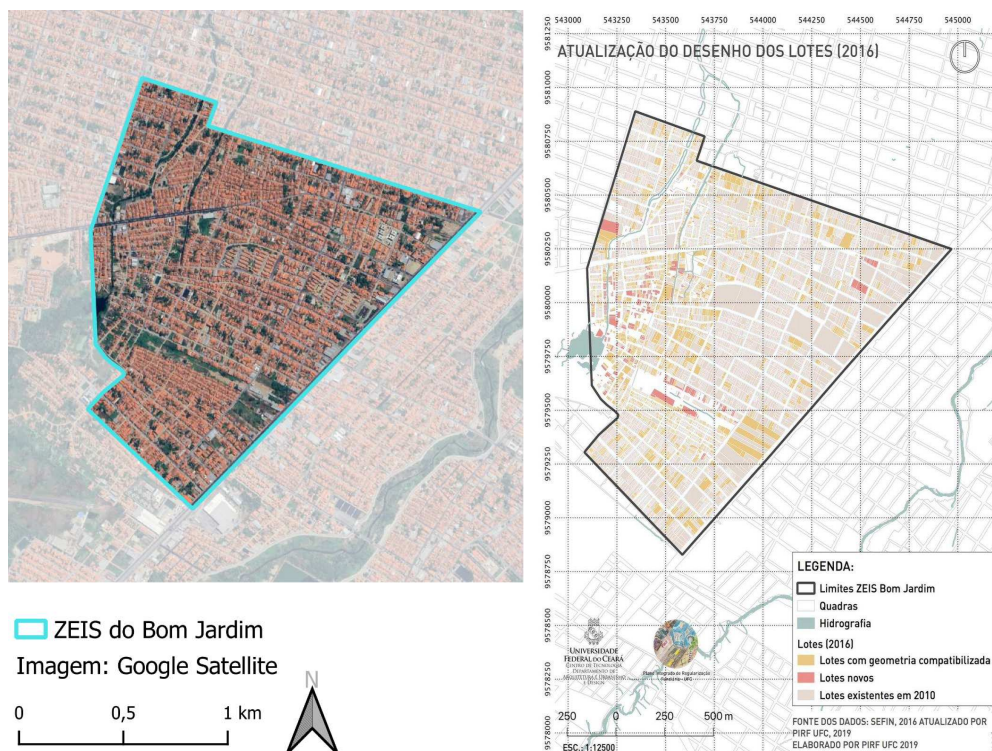


Elaborado pela autora | Fonte: IBGE (2010), PDPFOR (2009), PIRF (2019)

Percebe-se, portanto, que a ausência de infraestrutura, documentada e reivindicada por moradores desde os primórdios do GBJ, aparenta ser mais intensa nas comunidades, considerando especificamente a ZEIS, o Marrocos apresenta-se como um grande vazio de infraestrutura.

A ZEIS do Bom Jardim é marcada também por assentamentos informais. É possível observar, pela Figura aérea e pelo cadastramento atualizado dos lotes elaborado pelo PIRF, que o território é marcado por altas densidades construtivas com casas pequenas que ocupam quase a totalidade de seus lotes. (Ver Figura 8)

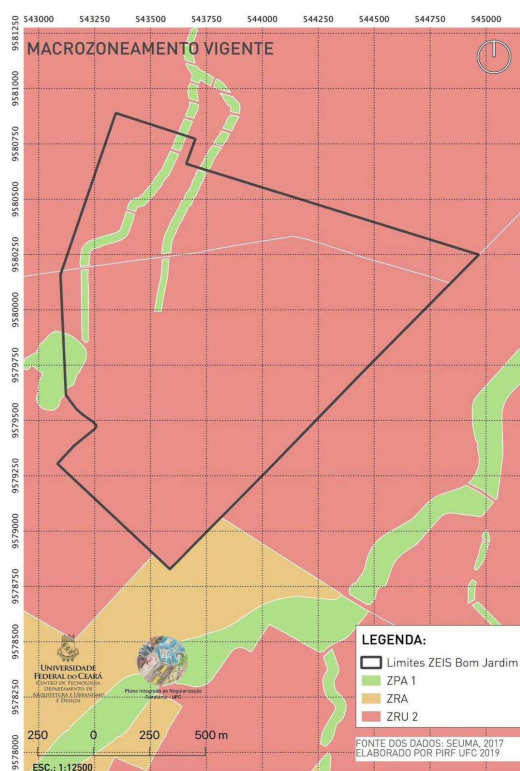
Figura 8 - Figura Aérea e Desenho dos lotes da ZEIS do Bom Jardim



Mapa à esquerda - elaborado pela autora (Fonte: PIRF, 2019; e Google Satellite, 2024) | Mapa à direita - elaborado por PIRF UFC (2019) (Fonte: PIRF, 2019; SEFIN, 2016)

O caderno de normatização do seu PIRF (2019) trata claramente essa questão, ao abordar três parâmetros urbanísticos da legislação vigente: a área mínima de lote, o tamanho da testada do lote e a taxa de ocupação. A área da ZEIS está quase inteiramente englobada por uma ZRU 2 no zoneamento urbano do Plano Diretor de Fortaleza, este tipo de zona é caracterizada pela insuficiência ou precariedade da infraestrutura e dos serviços urbanos, ela possui uma área mínima de lote de 125 m², uma testada mínima do lote de 5 m e uma taxa de ocupação máxima de 60%. (Ver Figura 9)

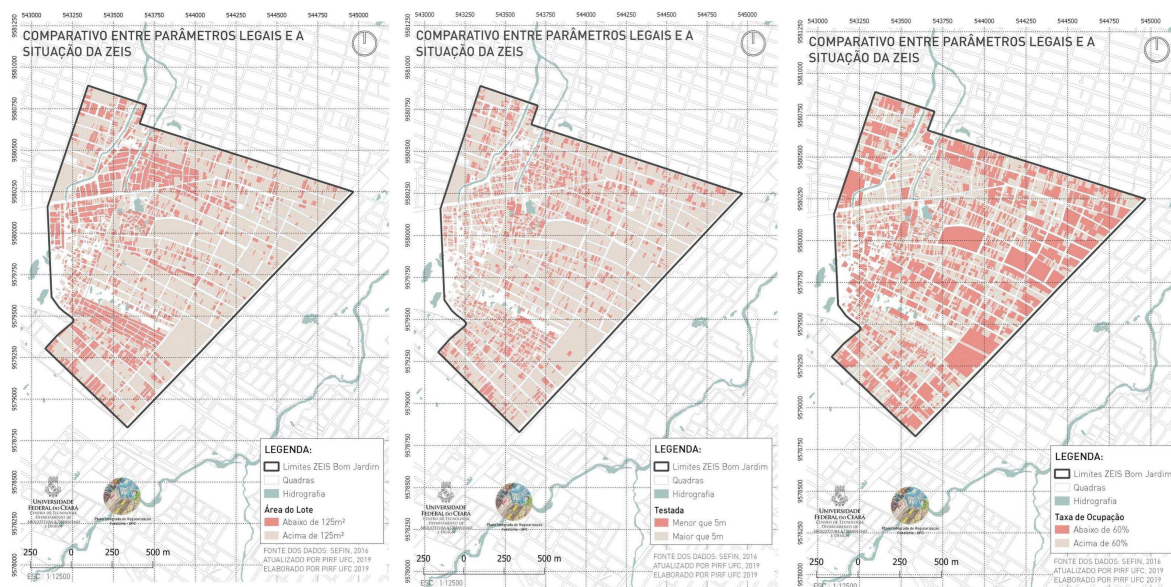
Figura 9 - Zoneamento da ZEIS do Bom Jardim



Elaborado por PIRF UFC 2019 | Fonte: SEUMA (2019), PIRF (2019)

De acordo com o PIRF (2019), 56% dos lotes da ZEIS não atendem ao tamanho mínimo do lote, 41% têm menos dos que os 5 m de testada recomendados e 27% possuem mais que os 60% de ocupação permitidos. (Ver Figura 10)

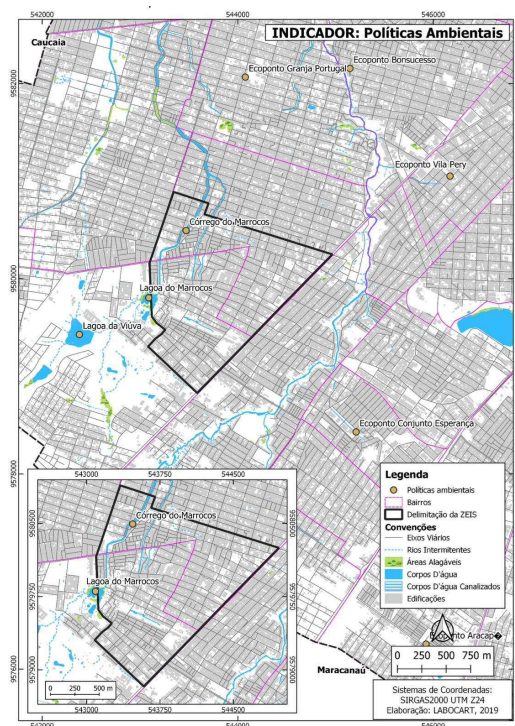
Figura 10 - Comparativo entre os parâmetros legais do zoneamento do PDPM e a ZEIS



Elaborado por PIRF UFC 2019 | Fonte: SEFIN (2016), PIRF (2019)

O diagnóstico do PIRF (2019) também aborda questões ambientais, discorrendo sobre a percepção da população de uma ausência de áreas verdes. Dentro do território da ZEIS, existem o córrego e a lagoa do Marrocos e, ao redor, existe o Parque Lagoa da Viúva. (Ver Figura 11) De acordo com o PIRF (2019), a população relata que praticamente não existem áreas verdes no perímetro da ZEIS e que os poucos recursos naturais são mantidos pelos próprios moradores, o acúmulo de lixo, o desmatamento e o descaso com o patrimônio ambiental da ZEIS foram citados por vários moradores.

Figura 11 - Recursos ambientais da ZEIS do Bom Jardim



Elaborado por LABOCART (2019) | Fonte: PIRF (2019)

Tendo em vista este cenário, no próximo capítulo, serão abordadas as conexões entre características ambientais e edificações e determinadas enfermidades abordadas pela academia.

2. AMBIENTE CONSTRUÍDO E SAÚDE: OS INDICADORES

Esta revisão teve como função atingir o objetivo de investigar as relações entre ambiente construído, com foco em unidades habitacionais em áreas de interesse social, e saúde pública (Objetivo I). Para isso, foram selecionados três grupos de doenças para avaliação, a saber: COVID-19; Arboviroses e Malária; e, DTN.

Essas doenças foram selecionadas devido ao seu grande impacto no cenário do Sul Global, especialmente no brasileiro¹.

A intenção desta revisão foi identificar as características habitacionais consideradas mais influentes nos processos de prevenção de saúde mencionadas pela literatura acadêmica. As características identificadas nos artigos foram divididas em cinco grupos, comuns para todas as três categorias de enfermidades, são eles: Infraestrutura urbana e ambiental; Qualidade construtiva; Iluminação natural e ventilação; Saneamento; Densidade.

2.1. COVID-19: HABITAÇÃO, OCUPAÇÃO E AMBIENTE

Conforme citado na metodologia, 12 artigos foram selecionados para a revisão bibliográfica relacionados a COVID-19, mais dois foram adicionados a esta categoria advindos das referências bibliográficas inicialmente inseridas, totalizando 14 ao final.

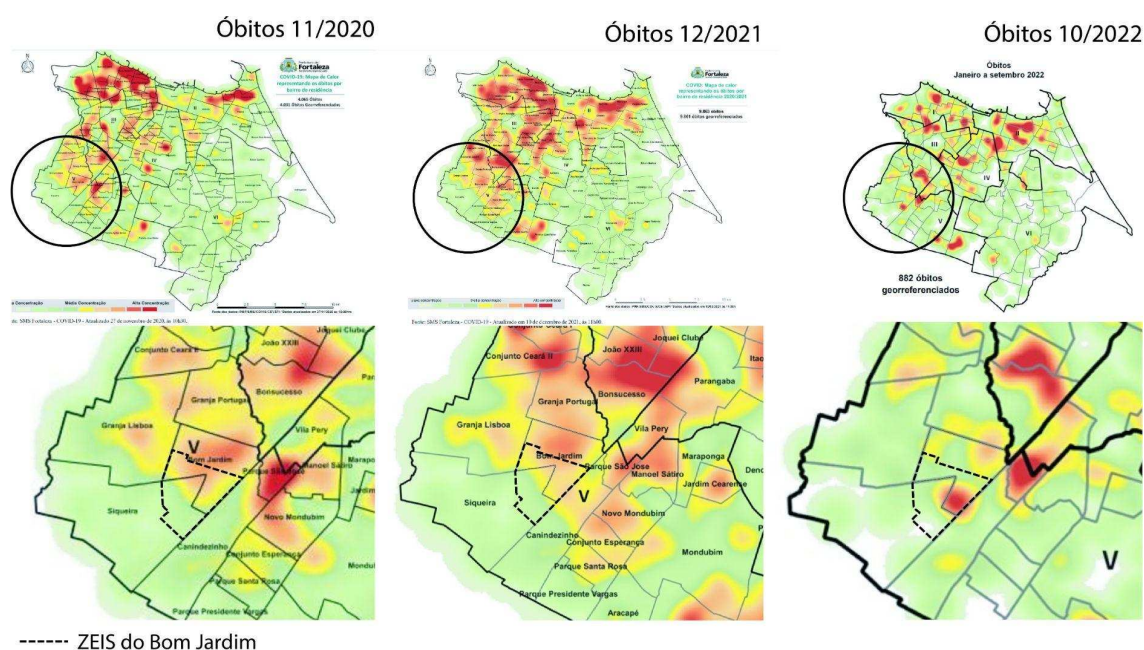
De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, cuja transmissão se dá pelo contato com partículas líquidas provenientes de uma pessoa contaminada, abrangendo tanto gotículas de saliva como aerossóis transmitidos pelo ar. (OMS,2020) Os sintomas mais comuns são febre, tosse, cansaço e perda de paladar ou olfato. A enfermidade

¹ Em novembro de 2024, o Brasil possuía 714.114 óbitos e 39.002.065 contaminados de COVID-19 (Ministério da Saúde, 2024). Sobre DTNs, foram notificados 583.960 casos novos no Brasil entre os anos de 2016 e 2020 (Ministério Da Saúde ; Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, 2024). Já em relação à dengue, o país apresenta, até maio de 2024, 4,7 milhões de casos prováveis da doença e 2,5 mil óbitos (Rodrigues, 2024).

foi considerada uma Emergência de Saúde Pública Internacional em janeiro de 2020, status mantido por três anos até maio de 2023. Até fevereiro de 2024, 774.593.066 casos e 7.028.881 mortes foram reportados mundialmente pela OMS. (OMS, 2024a)

Na ZEIS do Bom Jardim, a pandemia foi intensa, especialmente ao norte do território. A ZEIS compreende parte de dois bairros: o Bom Jardim e o Siqueira. Entre 2020 e 2023, o último possuiu 3.471 casos e 143 óbitos, já o BJ possuiu 4.740 contaminados e 174 óbitos. Além disso, como é possível ver na Figura 12 a seguir, o território constitui-se em um dos pontos focais de óbitos da cidade de Fortaleza durante a pandemia.

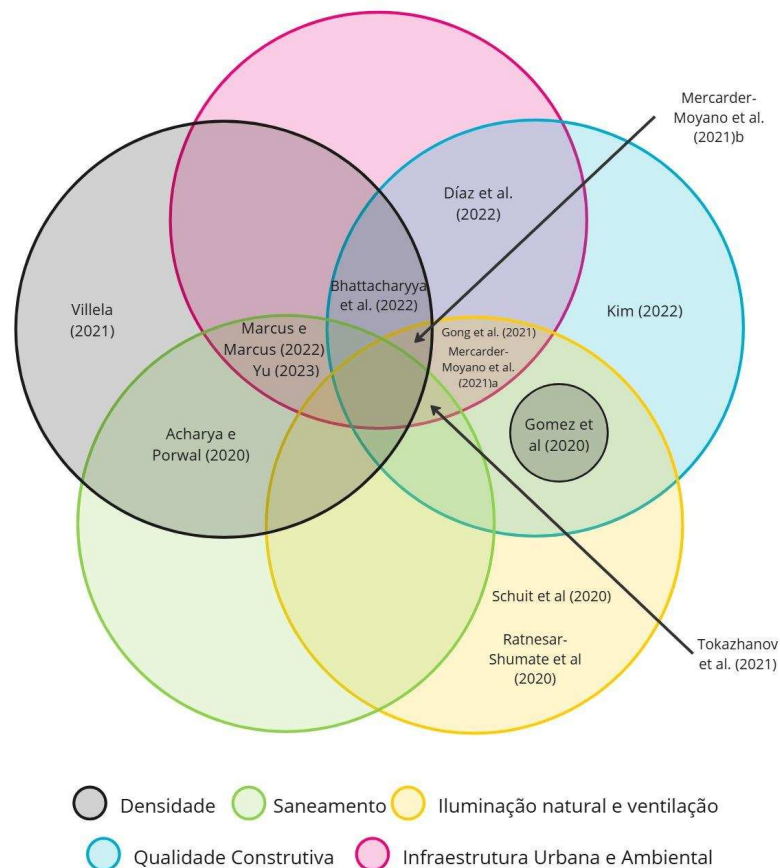
Figura 12 - Óbitos de COVID-19 na ZEIS do Bom Jardim



Elaborado pela autora | Fonte: SMS (2020;2021;2022)

Por fim, como é possível ver na Figura 13, os 14 artigos seleccionados na categoria de COVID-19 costumam abordar várias categorias de características diferentes, apenas Villela (2021) e Kim (2022) abordam apenas um grupo, os restantes autores sobrepõem múltiplas variáveis de análise. Infraestrutura Urbana e Ambiental e Qualidade Construtiva possuem os maiores números de artigos, com 8 cada, seguido por Densidade com 7 e por Iluminação Natural e Ventilação com 7, por fim, Saneamento apresenta 4 artigos. Os grupos serão apresentados a seguir por ordem de quantidade de trabalhos.

Figura 13 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à COVID-19



Elaborado pela autora

i. Infraestrutura Urbana e Ambiental

Uma das categorias mais mencionadas nos artigos relacionados a COVID-19 foi Infraestrutura Urbana e Ambiental, tendo sido mencionada por 8 dos 14 artigos. (Ver Figura 13) Esta categoria consiste principalmente em serviços urbanos, os mais mencionados foram abastecimento de água, saneamento básico e coleta de lixo.

Destes artigos, três apresentam a construção de um índice de vulnerabilidade a COVID-19. Onde os serviços de infraestrutura urbana e ambiental são mencionados em diferentes classificações, mas com motivações semelhantes.

Bhattacharyya et al. (2022), por exemplo, com a intenção de criar um índice de vulnerabilidade generalizado, apresentam o acesso à água, ao saneamento básico e à energia limpa como uma única categoria de avaliação habitacional e de higiene, além desta, os autores avaliam dados demográficos, dados do sistema de saúde e fatores epidemiológicos de comorbidade dentre a população. Yu (2023) propõe algo semelhante, também com a intenção de criar um índice geral de

vulnerabilidade a COVID-19, o autor elabora um índice composto de quatro dimensões, inspirado por pontos do método original do Statistics South Africa. O acesso à água é avaliado por Yu (2023), tal qual Bhattacharyya et al. (2022), em uma categoria de habitação e higiene, onde são avaliados também o tipo de alojamento, se houve remoção na área e a presença de vaso sanitário na habitação, além desta categoria Yu (2023) também avalia dados socioeconômicos, demográficos e dados epidemiológicos populacionais.

Já Marcus e Marcus (2022), elabora um índice de vulnerabilidade de infraestrutura a COVID-19, os autores avaliam neste trabalho principalmente características edilícias, utilizam ocupação, poluição interna e presença de vaso sanitário como pontos importantes e, tal qual Bhattacharyya et al. (2022) e Yu (2023), analisam o acesso à água, como parte importante do processo de higiene e de adesão a ação profilática de lavar as mãos.

Mercader-Moyano et al (2021a) e Mercader-Moyano et al (2021b), também envolvem a elaboração de um índice composto, contudo focam na avaliação de habitações em situação de atraso ou desigualdade social. Ambos os estudos trazem o acesso a drenagem, água, eletricidade e gás. Mercader-Moyano et al (2021a) trazem essas características em conjunto com outras habitacionais, como análise de fachada, janelas, telhado, acabamentos e revestimentos. Já Mercader-Moyano et al (2021b) separam essas características em duas categorias colocando os acessos a serviços como dimensão física e o restante das características como dimensão espacial.

Gong et al. (2021) também focam na avaliação de habitações, mas no lugar de propor um índice composto ou um indicador, os autores propõem um sistema de avaliação de saúde para prevenção de epidemias. Neste trabalho, o abastecimento de água, o sistema de drenagem e qualidade da água oferecida entram em uma categoria particular de avaliação chamada água, enquanto saneamento básico e coleta de lixo entram em uma chamada prevenções epidêmicas.

Já o trabalho de Díaz et al. (2022) foca na análise do impacto do isolamento preventivo em famílias populares em Buenos Aires. Para essa avaliação, os autores utilizam dois indicadores: um voltado para qualidade construtiva e outro envolvendo

acesso à infraestrutura urbana, eles mencionam abastecimento de água, saneamento básico, gás, rede elétrica como fatores de análise.

Por fim, Tokazhanov et al. (2021) também tratam de indicadores, mas, no lugar de elaborá-los, como Bhattacharyya et al. (2022) e Yu (2023), ou de utilizá-los como Díaz et al. (2022), os autores focam em avaliar indicadores para sustentabilidade já existentes, dando diferentes pesos a indicadores dependendo de opiniões de stakeholders coletadas. A qualidade, disponibilidade de água e o manejo de dejetos são mencionadas pelos stakeholders como variáveis importantes de análise dentro da categoria de saúde e segurança, já uso energético e coleta de lixo são mencionados como parte da análise do consumo dos recursos ambientais

Ao final, variáveis relacionadas a água, seja sua qualidade, disponibilidade ou acesso são consideradas relevantes ou por serem parte do serviço de infraestrutura (Díaz et al, 2022; Mercader-Moyano et al, 2021a, Mercader-Moyano et al 2021b) ou por serem importantes na manutenção de higiene (Bhattacharyya et al, 2022; Gong et al, 2021; Marcus; Marcus, 2022; Tokazhanov et al, 2021; Yu, 2023). Já as demais variáveis, saneamento básico, eletricidade, gás, coleta de lixo, são mencionadas mais como avaliações ambientais do espaço (Gong et al, 2021; Mercader-Moyano et al 2021b; Tokazhanov et al, 2021)

ii. Qualidade Construtiva

Qualidade Construtiva também foi uma das categorias mais mencionadas entre os artigos envolvendo COVID-19, tal qual Infraestrutura Urbana e Ambiental, foi mencionada em 8 dos 14 artigos. Diferente da categoria anterior, Qualidade Construtiva refere-se, neste trabalho, a características dos elementos construtivos.

Nos trabalhos relacionados a COVID-19, por exemplo, as variáveis de qualidade construtiva mais mencionadas foram sinais de umidade na edificação (Bhattacharyya et al, 2022; Gomez et al, 2020; Gong et al, 2021; Tokazhanov et al, 2021) e revestimentos e acabamentos utilizados (Gomez et al, 2020; Mercader-Moyano et al, 2021a; Mercader-Moyano et al, 2021b).

De acordo com Bhattacharyya et al. (2022), umidade é considerada um fator relevante na vulnerabilidade a COVID-19 devido a sua associação com o desenvolvimento de doenças respiratórias, como asma, que é comorbidade para a

COVID-19. Já Gomez et al. (2020) e Tokazhanov et al (2021) mencionam umidade como sendo um dos parâmetros construtivos relacionados à propagação do vírus da COVID-19.

Considerando sua interseção com a categoria anterior, como é possível ver na Figura 4, 6 dos 8 artigos mencionam tanto características de Infraestrutura Urbana e Ambiental quanto de Qualidade Construtiva (Bhattacharyya et al, 2022; Díaz et al, 2022; Gong et al, 2021; Mercader-Moyano et al, 2021a, Mercader-Moyano et al, 2021b; Tokazhanov et al, 2021). Díaz et al (2022) afirmam utilizar para avaliar o impacto do isolamento preventivo em famílias populares em Buenos Aires a variável de acessos a certos serviços urbanos e ambientais, mas também afirma avaliar a qualidade construtiva das habitações, sem contudo especificar quais foram os fatores de análise relacionados à construção. Já Bhattacharyya et al (2022), como informado anteriormente, tratam umidade como importante no desenvolvimento de doenças respiratórias como a COVID-19, mas não incorporam a variável na construção do seu índice de vulnerabilidade. Ao contrário de Mercader-Moyano et al (2021a) e Mercader-Moyano et al (2021b), ambos mencionam e incorporam revestimentos e acabamentos aos seus indicadores, em conjunto com as características de Infraestrutura Urbana e Ambiental, Mercader-Moyano et al (2021a) também avaliam a presença e a qualidade das esquadrias e telhados, além de avaliar a condição das fachadas. Gong et al (2021) também incorporam umidade como um indicador secundário de sistema de avaliação de edifícios para prevenção de epidemias dentro da categoria de conforto.

Kim (2022) e Gomez et al (2020), já mencionados anteriormente, são os únicos trabalhos que não intercedem com a Infraestrutura Urbana e Ambiental. Gomez et al (2020) trazem os parâmetros construtivos de umidade e características dos materiais em uma das quatro categorias de análise de uma UTI, em conjunto com as variáveis de iluminação e ventilação, além destas, os autores avaliam parâmetros comportamentais e virais. Já Kim (2022) analisa a distribuição de vulnerabilidade a COVID-19 a partir de um índice social e um índice de saúde, notando uma correlação entre habitações com mais de 30 anos e vulnerabilidades de saúde.

Em relação a características de Qualidade Construtiva e COVID-19 no território da ZEIS, por meio de observação em campo, crê que os tipos de revestimentos utilizados nas casas, a umidade e a presença de aberturas são os fatores mais proeminentes no território estudado e aos quais reguladores locais devem estar mais atentos.

É comum encontrar na área habitações sem revestimento nas paredes ou no chão, o que além de promover um possível aumento de umidade, torna difícil a higienização das superfícies. Já a umidade acontece com certa frequência em casas que não obtiveram isolamento em sua fundação ou que recebem infiltrações do telhado, o que pode tornar os habitantes mais vulneráveis a problemas respiratórios além de aumentar a propagação do vírus.

Por fim, a ausência de aberturas é um problema recorrente, especialmente nas comunidades mais precárias, como a do Marrocos, onde casas de área reduzida ocupam seus lotes de uma lateral a outra e frequentemente possuem apenas uma ou duas aberturas na fachada que leva à rua. Este tipo de característica unida ao grande adensamento nessas áreas compromete a capacidade de se proteger da contaminação da COVID-19.

iii.Densidade

A categoria de Densidade também foi bastante mencionada, tendo sido citada por 7 dos 14 artigos de COVID-19. Esta categoria refere-se a quantidade de habitantes dentro de uma habitação, sendo utilizados diferentes tipos de métrica para mensuração, como habitantes por dormitório (Acharya; Porwal, 2020; Villela, 2021), por cômodo (Marcus; Marcus, 2022; Mercader-Moyano et al., 2021b; Yu, 2023) ou apenas a quantidade de habitantes total do núcleo familiar (Yu, 2023)

Destes 7 artigos, apenas dois não citaram características de nenhuma das categorias anteriores. (Ver Figura 2) Bhattacharria et al (2022) e Mercader-Moyano et al (2021b) estão presentes em ambas as categorias anteriores, Marcus e Marcus (2022) e Yu (2023) tratam de características relativas à Infraestrutura Urbana e Ambiental e Gomez et al (2020) mencionam Qualidade Construtiva. Acharya e Powel (2020) e Vilella (2021) são os únicos que não abordam nenhuma das categorias anteriores.

Vilella (2021) avalia em seu trabalho exclusivamente a relação entre *household crowding* e a intensidade da transmissão de COVID-19 no Brasil. Ele utiliza os parâmetros do IBGE para categorizar os níveis de aglomeração, sendo eles: 1 residente por dormitório; 1-2 residentes por dormitório; 2-3 residentes por dormitório; >3 residentes por dormitório, sendo este último o utilizado para classificar alto nível de *household crowding*. O autor encontrou que municípios com altos índices de *crowding* possuíam altos índices de incidência de COVID-19.

Vilella (2021) também é o único dos autores a dar uma breve definição do que configura *household crowding*, ou aglomeração habitacional, definindo como o evento de quando o número de habitantes é grande para o espaço físico disponível.

Sua definição é semelhante e condizente com a da OMS (2018) que a define como uma condição onde o número de ocupantes excede a capacidade de espaço habitável disponível, podendo resultar em diversos problemas de saúde. A OMS (2018) afirma ainda que *crowding* está relacionado a altos níveis de risco para tuberculose, diarreia e gastroenterites e a níveis de risco médios a altos quando relacionados a outras doenças respiratórias.

Acharya e Porwal (2020) configuram o outro trabalho inédito desta categoria. Semelhante a Bhattacharyya et al. (2022), este artigo também apresenta a construção de um índice de vulnerabilidade a COVID-19, este sendo aplicado na Índia. O índice de Acharya e Porwal (2020) possui quatro indicadores: o socioeconômico, o demográfico, o de infraestrutura de saúde e o habitacional e de condições de higiene. É neste último que a variável habitantes por dormitório se encontra em conjunto com variáveis de outra categoria, a de Saneamento.

Yu (2023) e Marcus e Marcus (2022), tal qual Acharya e Porwal (2020), também trazem características da categoria de saneamento e, como mencionado anteriormente, também mencionam características da categoria de infraestrutura. (Ver Figura 4) Yu (2023) traz *overcrowding* como uma das variáveis demográficas e configura aglomeração quando mais de 2 pessoas habitam o mesmo cômodo ou quando o núcleo domiciliar possui mais de 6 pessoas. Já Marcus e Marcus (2022) foca em construir um índice composto de vulnerabilidade a COVID-19 com foco em infraestrutura, utilizando quatro variáveis, das quais *crowding* é uma delas, os autores avaliam a partir de habitantes por cômodo, sendo este tanto dormitórios

como cozinha e áreas de estar. Para eles, abaixo de 0,5 hab/cômodo configura baixo risco, de 0,5 a 1 hab/cômodo configura médio risco e acima de 1 hab/cômodo é considerado alto risco.

Mercader-Moyano et al. (2021b) e Bhattacharya et al. (2022) ambos mencionam todas as categorias apresentadas até agora. (Ver Figura 4) Novamente, ambos se assemelham nesta categoria, ao mencionarem *overcrowding* como relevante sem de fato defini-la ou apresentar seus métodos de avaliação. Mercader-Moyano et al (2021b) afirmam que utiliza um indicador de 5 níveis de *overcrowding* no seu índice composto, mas não caracterizam os níveis de risco considerados. Já Bhattacharya et al. (2022), afirmam que *crowding* pode se relacionar com taxas mais altas de infecção, contudo, não incorpora a variável no seu índice de vulnerabilidade.

Por fim, Gomez et al. (2020) é o único artigo a mencionar apenas Qualidade Construtiva e Densidade. (Ver Figura 3) Diferente dos outros, Gomez et al. (2020) tratam da avaliação e modelagem espaço-temporal de dentro de um ambiente construído. No lugar de avaliar os habitantes por dormitório ou por cômodo, os autores avaliam quais as prováveis áreas e circulações mais ocupadas, qual o nível de ocupação, o tempo de ocupação e a distância entre os usuários do espaço.

Considerando a COVID-19 e as características do território, considera-se que pensar densidade tanto pela variável de tamanho do núcleo familiar como pela de pessoas por dormitório provém informações importantes e individuais a cada uma das variáveis. Analisar densidade por ambas as escalas é o que traz uma compreensão maior dos níveis de vulnerabilidade de uma habitação.

Pensar no número de pessoas por dormitório por vezes revela vulnerabilidades que estariam escondidas sob o dado do tamanho do núcleo familiar. Por exemplo, uma família com 3 pessoas não é considerada um grande núcleo por grande parte da literatura, entretanto se todos dividem o mesmo dormitório, o grupo ainda está sujeito aos riscos de contaminação, caso um dos membros seja contaminado, que um grande núcleo teria. Na ZEIS do Bom Jardim, é comum que famílias inteiras por vezes dividam apenas um dormitório, em um dos casos do levantamento desta pesquisa, em uma habitação 5 pessoas dividiram um único cômodo.

Considerar apenas o tamanho do núcleo familiar também tem suas vantagens, por vezes, uma família grande habita uma casa com quartos suficientes para que nenhum deles esteja aglomerado, contudo, essas pessoas ainda habitam juntas nos espaços comuns da casa e no caso de contaminação também estão sob risco.

iv. Iluminação natural e Ventilação

A categoria de Iluminação natural e Ventilação foi mencionada em 7 dos 14 artigos relacionados a COVID-19. (Ver Figura 13) Todos os sete mencionam iluminação natural diretamente por diversos motivos.

Gong et al (2021) mencionam iluminação natural como uma variável da categoria Ótico dentro do indicador de conforto, a variável de umidade e temperatura mencionadas anteriormente também entram neste mesmo indicador.

Já Tokazhanov et al (2021), que investigam quais indicadores de sustentabilidade são considerados mais importantes pelos *stakeholders*, falam de iluminação relacionado à prevenção da propagação do próprio vírus. Os *stakeholders* moderadamente concordaram que a exposição à luz solar é crucial na limitação da propagação do vírus. Esta variável também é apresentada no artigo como conectada à umidade relativa do ambiente. Gomez et al (2020) usam esse princípio de maneira semelhante ao utilizar presença de iluminação natural como uma das variáveis dos parâmetros virais, os autores também avaliam se o layout do ambiente permite a exposição de luz solar.

Mercader-Moyano et al (2021a) e Mercader-Moyano et al (2021b) trazem iluminação natural na composição de seus indicadores como parte da esfera ambiental ou espacial e ambos também mencionam a ventilação natural como variável de análise em conjunto. Mercader-Moyano et al (2021a) trazem essas características dentro da esfera ambiental a categorizando junto com performance energética e qualidade do ar, enquanto Mercader-Moyano et al (2021b) as trazem dentro da categoria espacial, em conjunto com características da categoria de Densidade e Qualidade Construtiva, como a relação de habitantes por cômodo e a distribuição do espaço.

Além de Mercader-Moyano et al (2021a) e Mercader-Moyano et al (2021b), Tokazhanov et al (2021) também mencionam o nível de ventilação natural em suas análises. De acordo com os autores, especialistas da área acadêmica e especialistas que atuam na indústria selecionaram a variável de nível de ventilação natural como sendo uma das variáveis mais importantes entre outras envolvendo qualidade do ar.

Ratnesar-Shumate et al (2020) e Schuit et al (2020) foram as duas referências adicionadas posteriormente à seleção inicial dos artigos por meio da bibliografia dos trabalhos iniciais. Ambos avaliam a influência de luz solar na suspensão de aerossóis causados pela COVID-19.

Ratnesar-Shumate et al (2020) discutem que mesmos níveis muito baixos de irradiância já são efetivos para o decaimento do vírus. Os autores afirmam que em situações de escuridão, onde não há exposição a raios Ultravioleta B, o decaimento não existe por pelo menos 60 minutos, a partir de $0,3 \text{ W/m}^2$ há 90% de inativação do vírus em torno de 13 minutos, com $0,7 \text{ W/m}^2$ o mesmo decaimento ocorre em 8 minutos e a partir de $1,6 \text{ W/m}^2$, considerado como luz solar intensa ao meio dia, a inativação de 90% ocorre por volta de 5 minutos.

Schuit et al (2020) também avaliam o decaimento do vírus a partir da radiação ultravioleta e os autores encontram que alta intensidade desses raios ($1,91 \text{ W/m}^2$) gerou uma taxa de decadência do vírus de 38% por minuto.

Levando em conta a importância da iluminação natural e da ventilação para manutenção dos níveis de umidade e diminuição da propagação do vírus, é possível inferir que a situação das habitações da ZEIS são alarmantes. A tipologia de casas que ocupam de uma lateral a outra dos seus lotes é comum no território, dificultando a criação de aberturas e consequentemente a entrada de luz e ventilação.

Por fim, cabe mencionar que, apesar de todos esses artigos mencionarem a iluminação natural e ventilação em suas análises, apenas os dois últimos artigos adicionados explicitaram o que configura um ambiente bem iluminado e qual a métrica utilizada para a análise desses parâmetros. Não houve dados semelhantes para ventilação.

v. Saneamento

Por fim, a última categoria é a de Saneamento, esta foi mencionada por 4 artigos. (Ver Figura 13) Esta categoria consiste em, como o nome sugere, elementos relacionados a banheiros. Dentre os artigos citados, isso consiste em presença de vaso sanitário (Acharya; Porwal, 2020; Marcus; Marcus, 2022; Tokazhanov et al, 2021; Yu, 2023) e pia ou estrutura para higienizar as mãos (Acharya; Porwal, 2020; Marcus; Marcus, 2022; Yu, 2023)

A ausência de vaso sanitário foi considerado um fator de risco por todos os artigos que mencionaram a categoria de banheiros e foi incorporado como uma variável em todos os índices e análises propostos. Tokazhanov et al (2021), que investigam a relevância de indicadores de sustentabilidade em relação a COVID-19 a partir do ponto de vista de especialistas acadêmicos, da indústria e da saúde, apontam a presença de vaso sanitário exclusivo para o paciente infectado como a variável considerada mais importante do grupo de parâmetros de manejo de águas residuais pelos especialistas de saúde, ou seja, para além da presença de um único vaso sanitário na habitação, é considerado necessário um para pacientes infectados.

Já a presença de pia ou de estrutura de higienização das mãos foi mencionada por Acharya e Porwal (2020), Marcus e Marcus (2022) e Yu (2023). Tendo sido considerada por esses artigos como uma variável importante na manutenção das ações profiláticas de prevenção a COVID-19 e das condições de higiene da habitação.

Na área de estudo, não é comum encontrar casas sem banheiro ou vaso sanitário em comunidades já consolidadas, como as mapeadas anteriormente. Contudo, a rápida expansão de novas habitações informais e precárias faz com que esses locais nem sempre disponham de banheiro ou vaso sanitário. Além disso, a presença de pia nos banheiros das ZEIS também não é uma exigência obrigatória. A autora destaca a qualidade desses serviços no território como um dos maiores desafios a serem enfrentados pelo Poder Público.

Sumarizando a seção de COVID-19, o grupo de Infraestrutura Urbana e Ambiental ressalta importância do abastecimento de água como medida de higiene e de saneamento básico, coleta de lixo e outros serviços de infraestrutura como variáveis de análise do contexto ambiental.

A categoria Qualidade Construtiva apresenta a variável de umidade como fator importante na propagação do vírus e na manifestação de asma, comorbidade para COVID-19, e a variável de qualidade e condições de revestimentos e acabamentos como possibilidade de análise de vulnerabilidade socioeconômica e como participante dos processos de contaminação da COVID-19 por meio de superfícies. Já Densidade exibe diferentes escalas métricas de *overcrowding*, no nível do dormitório, do cômodo e do núcleo familiar.

A Iluminação Natural e Ventilação é mencionada como relevante nas análises de conforto e do ambiente, também é conectada à umidade e à prevenção da propagação da doença. Por fim, o grupo Saneamento apresenta a ausência de vaso sanitário com descarga e de estrutura de higienização das mãos como fatores relevantes na manutenção da higiene e na contenção do contágio da COVID-19.

2.2. DOENÇAS TROPICAIS NEGLIGENCIADAS: QUALIDADE HABITACIONAL E DESIGUALDADE SOCIAL

De todos os artigos selecionados, 14 tratam de doenças tropicais negligenciadas.

De acordo com a OMS (2024b), as doenças tropicais negligenciadas correspondem a um grupo de doenças associado a graves consequências sociais, econômicas e de saúde. Elas são prevalentes em comunidades de baixa renda em áreas tropicais e sua epidemiologia complexa é relacionada com frequência a condições ambientais.

Diversas enfermidades compõem o grupo da DTN, os artigos selecionados para essa revisão discorrem sobre: leishmaniose cutânea e visceral, doença de Chagas, filariose linfática, cólera, tungíase, helmintoses transmitidas pelo solo, tênia anã e escabiose. Dengue também compõe esse grupo de doenças e foi citada em um dos artigos em conjunto com outras enfermidades, contudo, a maior parte dos artigos relacionados a esta doença foi agrupado com outras doenças causadas pelo *Aedes aegypti*.

Leishmaniose é uma doença causada por protozoários, sua transmissão se dá pela mordida de uma fêmea do mosquito-palha, podendo resultar em três formas

da doença: leishmaniose cutânea, leishmaniose visceral e leishmaniose mucocutânea. Uma grande parte dos casos de leishmaniose visceral ocorre no Brasil, no leste da África e na Índia. O Brasil também está entre os sete países onde acontecem 90% dos casos de leishmaniose cutânea. (Chastonay; Chastonay, 2022; Kayani et al, 2021)

Doença de Chagas consiste em uma zoonose causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*, transmitido primordialmente por insetos hemípteros, como o conhecido popularmente como barbeiro. (Chastonay; Chastonay, 2022)

Filariose linfática é uma doença parasitária transmitida por vários tipos de mosquitos, como *Culex*, *Anopheles* e *Aedes*. Podendo chegar à condição de elefantíase. (Chastonay; Chastonay, 2022)

Cólera é uma diarreia aquosa aguda causada pelo toxigênico *Vibrio cholerae*. Tem transmissão fecal-oral. (Richterman et al, 2018)

Tungíase é uma ectoparasitose de pele, causada por pulgas penetrando a pele dos pés, causando uma reação inflamatória com dor e coceira (Wiese et al, 2017)

Helmintoses transmitidas pelo solo são um grupo de parasitas entéricos cujo ciclo biológico envolve um estágio de desenvolvimento no solo, a transmissão é dependente da contaminação do ambiente com fezes e está conectada com infraestruturas de saneamento inadequadas. Esse grupo inclui *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale*. (Calegar et al, 2021)

A infecção pelo *Hymenolepis nana*, conhecido popularmente como tênia anã, é uma doença geralmente assintomática, mas infecções graves podem causar dor abdominal, diarreia, vômito, fraqueza, entre outros sintomas. Sua contaminação se dá pela ingestão de comida ou água contaminada com fezes de humanos ou roedores infectados. (Al-Mekhlafi, 2020)

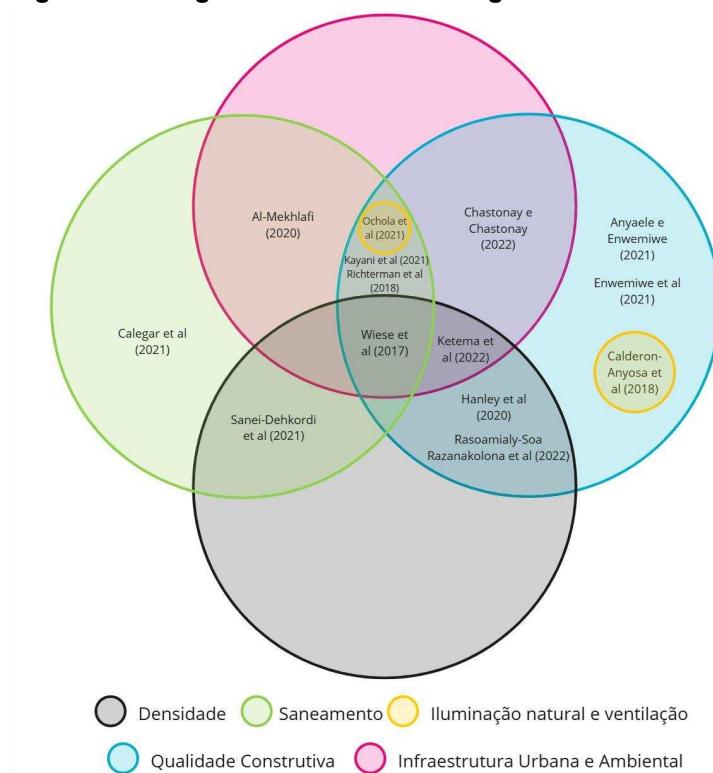
Escabiose é uma infestação de pele causada pelo *Sarcoptes scabiei var. hominis*, um ácaro parasitário que se aloja na pele, pode ser transmitido por contato pessoal próximo e roupas infectadas. (Sanei-Dehkordi et al, 2021)

Por fim, dengue é uma infecção viral transmitida por vetores, mais especificamente pela mordida da fêmea infectada de alguns mosquitos, em especial do *Aedes aegypti*. (Chastonay; Chastonay, 2022)

Tal qual os artigos relacionados a COVID-19, os de DTN também foram divididos nos cinco grupos de características previamente citados: Infraestrutura Urbana e Ambiental, Qualidade Construtiva, Densidade, Iluminação Natural e Ventilação e Saneamento.

Como é possível observar na Figura 14, Qualidade construtiva foi mencionada por 11 dos 14 artigos, Infraestrutura Urbana e Ambiental e Saneamento foram mencionadas por 7 artigos cada, Densidade foi mencionada por 5 e Iluminação Natural e Ventilação por 2 artigos.

Figura 14 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à DTN



Elaborado pela autora

i. Qualidade Construtiva

Como mencionado, esta categoria foi a mais mencionada entre os artigos relacionados a DTN, tendo sido citado por 11 trabalhos relacionados a leishmaniose, doença de Chagas, filariose linfática, dengue, tungíase e cólera. (Ver Figura 14)

O que configurou como uma surpresa, já que as Doenças Tropicais Negligenciadas são normalmente expostas popularmente como doenças ligadas à pobreza ou à falta de infraestrutura. Ter Qualidade Construtiva como a categoria com mais artigos foi um achado inesperado.

Apesar da grande quantidade de enfermidades, muitas delas apresentam características de qualidade construtiva parecidas, isso acontece, pois, apenas cólera não é uma doença transmitida por vetores. O que significa que a maior parte dessas doenças mencionadas são transmitidas por organismos, ou animais, que podem transmitir patógenos.

Os materiais e as condições das paredes, por exemplo, foram mencionados pelos artigos que citam leishmaniose, filariose linfática, dengue e doença de Chagas. Ketema et al (2022), Calderon-Anyosa et al (2018) e Chastonay e Chastonay (2022) discorrem sobre fatores de risco habitacional relacionados à leishmaniose. Ketema et al (2022) afirmam que a presença de fissuras nas paredes quase duplica o risco de contágio, Calderon-Anyosa et al (2018) mencionam paredes de lama, terra, madeira, palha ou cana como sendo fatores de risco, já Chastonay e Chastonay (2022) citam Younis et al (2020) para afirmar o mesmo sobre casas de bambu, palha e argila.

Chastonay e Chastonay (2022) também afirmam características semelhantes em relação a dengue, filariose linfática e doença de Chagas. Citam Upadhyayula et al (2016) para afirmar que casas de palha configuram um risco para filariose linfática, citam Lippi et al (2018) que afirmam que condições ruins de piso, parede e telhado configuram risco para dengue e citam Bustamante et al (2014) e Crocco et al (2019) para configurar paredes de argila e gravetos e paredes sem reboco como maior risco para Chagas, a ausência de reboco pode significar um risco quase 20 vezes maior de contágio relacionado a paredes rebocadas.

Esta é uma informação muito relevante considerando os assentamentos precários, em especial no enfoque da área de estudo, a ausência de reboco é uma das características mais comuns observadas nos levantamentos em campo, a presença de revestimentos e a qualidade dos materiais de piso, parede e teto, vão se configurando, como fatores de extrema relevância para a análise envolvendo saúde.

Além dos autores mencionados, Hanley et al (2020) também mencionam a qualidade e o material das paredes. Seu trabalho aborda a doença de Chagas e os fatores de risco relacionados à infestação dos seus vetores. Os autores indicam que paredes de adobe e paredes deterioradas, especialmente de dormitório, configuram risco para infestação.

As condições das paredes e seus materiais são mencionadas por essas doenças devido às características de seus vetores e a necessidade de controlar sua entrada nas habitações. Dengue, leishmaniose e filariose linfática possuem mosquitos como vetores e a doença de Chagas possui insetos como vetor, materiais porosos, buracos ou fissuras nas paredes que podem facilitar a entrada desses animais.

Wiese et al (2017) e Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022) também mencionam paredes ao tratar dos riscos relacionados à tungíase, Wiese et al (2017) apresentam como risco paredes de argila e Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022) afirmam que casas com paredes e tetos de falafa, uma planta, criam um ambiente propício à reprodução da pulga da tungíase. Apesar disso, a qualidade e o material dos pisos aparentam ser características mais importantes na prevenção de tungíase. Os próprios Wiese et al (2017) e Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022) ambos mencionam pisos, Wiese et al (2017) afirmam que pisos de areia ou terra constituem risco aumentado de contágio para a doença e Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022) afirmam que o tipo de solo e os materiais constituem parte significativa na determinação da prevalência da doença.

Enwemiwe et al (2021) e Anyaele e Enwemiwe (2021) falam exclusivamente de piso, ambos os artigos investigam a presença de infestação da pulga que causa tungíase em cômodos e varandas em diferentes partes da Nigéria. O resultado entre os artigos difere pouco, Enwemiwe et al (2021) afirmam que em cômodos e varandas não pavimentadas há o maior número de pulgas e também o maior número de pulgas nas pernas de indivíduos infectados, este último contudo divide o primeiro lugar com cômodos pavimentados e varandas não pavimentadas. Anyaele e Enwemiwe (2021) também afirmam que varandas e quartos de terra possuem a maior prevalência de infestação, o que muda é que quartos de terra e varandas de

concreto possuem maior prevalência que o seu oposto. Em ambos os estudos, pavimentação é considerado protetivo contra tungíase.

Estes tipos de infecção de pele, como a tungíase, conhecida mais popularmente como bicho de pé, são comuns em assentamentos precários devido à inadequação dos pisos das habitações e muitas vezes da ausência de pavimentação ao redor das casas e, apesar de não serem doenças necessariamente letais, essas enfermidades são incômodas criando um certo nível de sofrimento, além do próprio estigma de estar contaminado com doenças conectadas no imaginário com situações de baixa renda.

Além destes, Ochola et al (2021), que aborda DTN no geral, Hanley et al (2020), que fala sobre doença de Chagas, e Chastonay e Chastonay (2022), ao mencionar doença de Chagas e dengue, também falam de características de piso. Ochola et al (2021) apresentam ausência de pavimento como risco a DTN, Hanley et al (2022) apresentam pisos de terra como o mesmo e Chastonay e Chastonay (2022) mencionam Bustamante et al (2014) para informar que pisos de terra configuram risco a doença de Chagas e pisos de concreto são protetivos, os autores também mencionam Lippi et al (2018) que afirmam que más condições de piso, parede e teto são riscos ao contágio de dengue.

Em relação a telhados, ademais de Chastonay e Chastonay (2022) e Rasoamialy-Soa Razakolona et al (2022) já mencionados, Calderon-Anyosa et al (2018) afirmam que telhados com telha ondulada de zinco e vigas de madeira tem caráter protetivo contra leishmaniose e Ketema et al (2022) afirmam que leishmaniose foi mais prevalente em pacientes que moram em casas com teto de palha.

Calderon-Anyosa et al (2018) e Kayani et al (2021) também afirmam que umidade dentro da habitação também pode ter relação com a atividade do mosquito-palha.

Por fim, Richterman et al (2018) que realizam uma revisão sistemática sobre os riscos individuais e domiciliares da cólera, afirmam que 5 estudos encontraram associação entre melhores materiais e baixo risco de cólera. Ademais, os autores também identificaram que o risco de cólera é aproximadamente duas vezes maior quando o armazenamento de água acontece em baldes ou compartimentos

descobertos. De maneira semelhante, Chastonay e Chastonay (2022) citam Shah et al (2021) para afirmar que o armazenamento de água em tanques descobertos também configura risco para dengue.

ii. Saneamento

A categoria de Saneamento foi a segunda mais mencionada pelos artigos de DTN, com 7 trabalhos, ela se igualou em quantidade a categoria de Infraestrutura Urbana e Ambiental e compartilha 4 artigos com a de Qualidade Construtiva. (Ver Figura 14) Neste grupo, além de leishmaniose, tungíase e cólera, que foram previamente mencionadas, helmintoses e escabiose são citadas.

Dentro os artigos em comum com a categoria anterior, algumas características foram mais comuns, primeiro a ausência completa de banheiro ou vaso sanitário; uso de latrina; e defecação ao ar livre.

Ochola et al (2021) que tratam de DTN de maneira geral, mencionam o baixo acesso a instalações sanitárias como um desafio para a política de saúde de prevenção a DTN. Kayani et al (2021) afirmam que o risco de contágio para leishmaniose cutânea é 3,3 vezes maior em pacientes com pobres condições de saneamento, especificando que essas condições seriam defecar ao ar livre, esgoto a céu aberto, pisos de terra ou lama e condições não higiênicas. Wiese et al (2017) identificam o uso de latrina ou arbusto como toalete e a baixa frequência de banhos como risco para tungíase.

Para Ritcherman et al (2018), a categoria de saneamento tem uma importância significativa, considerando que a transmissão de cólera se dá por via fecal-oral. Na sua revisão sistemática, os autores afirmam que 27 artigos mencionam acesso a vaso sanitário, latrina ou o ato de defecar a céu aberto, destes, dois encontraram risco aumentado para o uso de latrinas, dois encontraram risco aumentado para defecação a céu aberto e quatro encontraram risco reduzido perante a presença de vaso sanitário.

Três artigos são inéditos nesta categoria, o primeiro deles, de Sanei-Dehkordi et al (2021), relaciona-se com Wiese et al (2017) ao, também, tratar de uma infestação de pele. Wiese et al (2017) tratam de tungíase, uma doença de pele causada por uma pulga, geralmente pelo contato com solo infectado, e

Sanei-Dehkordi et al (2021) falam de escabiose, popularmente conhecido como sarna, uma infestação de pele causada por piolhos parasitas, sua transmissão acontece por contato próximo. Sanei-Dehkordi et al (2021) estudam os fatores de risco para escabiose em crianças de idade escolar e identifica que a ausência de banheiro na habitação configura um risco aumentado para a doença.

Os dois artigos restantes tratam de helmintoses, contudo, Calegar et al (2021) tratam de helmintoses transmitidas pelo solo no Amazonas e Al-Mekhlafi (2020) trata da helmintose tênia anã transmitida por via fecal-oral no Lêmen.

As variáveis relacionadas à habitação consideradas por Calegar et al (2021) foram presença de latrina ou defecação ao ar livre e se as casas eram térreas ou palafitas. Defecar a céu aberto e a ausência de latrina foram associadas a presença de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos, além disso, morar em palafitas foi identificado como risco para ancilostomídeos. É importante citar, contudo, que a presença ou ausência de latrina não é comparada com o uso de vaso sanitário, aparenta ser uma tendência geral na academia que, em contextos onde um vaso sanitário é possível de ser instalado, que ele performe melhor que outras opções.

Al-Mekhlafi (2020), por sua vez, usam como variável a presença de sanitários aperfeiçoados. Para essa caracterização, os autores utilizam os critérios da OMS e da UNICEF, que configuram como sanitário aperfeiçoado vasos sanitários com descarga e latrinas com fossas como sanitários não aperfeiçoados. Foi identificado pelos autores que crianças sem um sanitário aperfeiçoado possuem maior risco de infecção por tênia anã.

Considera-se essa maneira de análise como a mais adequada considerando a ZEIS do Bom Jardim, isto pois o uso da latrina tradicional já não é comum na urbanização consolidada da ZEIS, contudo vasos sanitários sem descarga que, por vezes, não possuem nenhuma ligação de esgoto e cujos dejetos vão diretamente para o solo, o que é uma situação deplorável para qualquer enfermidade que seja transmitida por ele, sejam elas helmintoses ou a cólera, são bastante comuns, especialmente em ocupações mais novas. Analisar pela única presença de latrinas ou vasos sanitários acaba por perder nuances importantes relacionadas às DTNs, a adição da presença ou não de descarga adiciona mais profundidade às análises.

Apesar de a presença de pia ou fonte de higienização não ter sido mencionada diretamente, Al-Mekhlafi (2020), Wiese et al (2017) e Ritcherman et al (2018) mencionam higienização em seus trabalhos. Al-Mekhlafi (2020) afirma que crianças que não lavam as mãos após defecar e que não lavam vegetais antes do consumo possuem o dobro de risco para infecção por tênia anã, Wiese et al (2017) mencionam a baixa frequência de banhos como risco para tungíase e Ritcherman et al (2018) afirmam que lavar as mãos é protetivo contra cólera.

A importância da higienização não é restrita às DTNs e a presença de instrumentos que permitam ações profiláticas ligadas à higiene é o mínimo para habitabilidade. É também necessário pensar em como esses instrumentos se configuram, como é possível ver no tópico sobre Arboviroses, reservatórios de água inadequados configuram frequentemente como ninhos para mosquitos, mas são justamente baldes ou compartimentos de água sem tampa e com rachaduras que substituem a pia. Ademais, é importante ter em conta a situação única da comunidade ou da habitação.

iii. Infraestrutura Urbana e Ambiental

Conforme dito, Infraestrutura Urbana e Ambiental foi mencionada por 7 artigos, tal qual Saneamento. Diferente da categoria anterior, contudo, esta não possui nenhum trabalho inédito, todos foram mencionados por um ou ambos os grupos anteriores. Al-Mekhlafi (2020) menciona Saneamento além de Infraestrutura, Chastonay e Chastonay (2022) citam Qualidade Construtiva e Ochola et al (2021), Kayani et al (2021) e Wiese et al (2017) falam de todos os três grupos. (Ver Figura 14)

Quatro características foram bastantes proeminentes nesta categoria, foram elas: regularidade do acesso à água, tipo de acesso à água, proximidade de fontes naturais de água e esgotamento sanitário.

Ochola et al (2021) e Chastonay e Chastonay (2022) são os que mencionam sobre a regularidade do acesso à água. Ochola et al (2021) afirmam que, em conjunto com o acesso a instalações sanitárias, o baixo acesso ou o acesso irregular à água configura um desafio para políticas de saúde contra DTN. Já Chastonay e Chastonay mencionam Lippi et al (2021) e Martin et al (2021) para afirmar que interrupções no serviço de abastecimento de água configuram risco para dengue e

Younis et al (2020) para informar que, no Brasil, casas sem abastecimento de água estão sujeitas a risco aumentado de leishmaniose.

O acesso regular à água é muito importante, especialmente considerando as doenças ligadas aos mosquitos. No entanto, a irregularidade no fornecimento de água justifica a necessidade de estocar água, o que pode levar a armazenamentos inadequados e, conseqüentemente, à formação de criadouros de mosquitos. A autora considera esse um problema especialmente grave nas ocupações mais recentes da ZEIS do Bom Jardim, uma vez que grande parte do território já possui ocupação consolidada há bastante tempo e acesso regular à água por rede geral. Contudo, são nas novas ocupações, que ainda carecem de infraestrutura, onde esse problema é mais crítico.

Três artigos mencionam o tipo de acesso à água: Al-Mekhlafi (2020), Wiese et al (2017) e Ritcherman et al (2018). Al-Mekhlafi (2020) apresenta que 12,3% dos participantes que relataram ter um acesso à água encanada apresentaram infecção por *tênia anã* e 19,4% dos participantes que relataram acessar água por outras fontes apresentaram estar infectados, o que se traduz em números absolutos em 17 pacientes contaminados com acesso à água encanada e 70 pacientes sem água encanada contaminados. Wiese et al (2017) apresentaram o uso de água empoçada como fonte de abastecimento de água como risco para *tungíase*, ele também é o único desta categoria a mencionar disposição inadequada de lixo como risco.

Por fim, Ritcherman et al (2018) afirmaram que 20 artigos da sua revisão sistemática sobre cólera mencionaram o acesso à água. Os autores classificam o acesso à água como aperfeiçoado e não aperfeiçoado e classificam o acesso aperfeiçoado como por meio de água encanada, poço protegido, nascente ou coleta de água da chuva. O risco de contágio de cólera é quase quatro vezes maior para habitações sem acesso aperfeiçoado.

Ritcherman et al (2018) também apresentam que 5 artigos da sua revisão avaliam a influência da proximidade de fontes naturais de água na contaminação de cólera, os resultados contudo foram variados. Ketema et al (2022) também mencionam a proximidade de fontes de água e afirmam que o risco para leishmaniose chega a ser quatro vezes maior para habitações próximas de fontes de

água, entretanto, os autores não explicitam qual distância seria considerada próxima.

Por fim, Kayani et al (2021) afirmam que o risco de contágio de leishmaniose é mais de três vezes maior para casas com condições de saneamento pobre e, dentre as características que definem saneamento pobre, está esgoto a céu aberto.

iv. Densidade

A categoria de Densidade foi mencionada por 5 artigos, todos previamente mencionados. Hanley et al (2020) e Rasoamily-Soa Razanakolona et al (2022) fazem interseção entre esta categoria e Qualidade Construtiva, Sanei-Dehkordi et al (2021) citam também a categoria de Saneamento, Ketema et al (2022) mencionam tanto Qualidade Construtiva quanto Infraestrutura Urbana e Ambiental, por fim, Wiese et al (2017) citam todas as categorias mencionadas até então: Banheiro, Infraestrutura Urbana e Ambiental e Qualidade Construtiva.

Diferente das métricas utilizadas pelos artigos de COVID-19 em relação à habitantes, a maior parte dos artigos desta categoria relacionados a DTN utilizam o tamanho do núcleo familiar como variável de análise.

Ketema et al (2022), que falam de leishmaniose visceral, e Hanley et al (2020), que estudam os riscos relacionados à infestação de vetores de doença de Chagas, usam o mesmo parâmetro de mais de 5 pessoas em um núcleo familiar. Hanley et al (2020) identificam essa medida como um risco de infestação de vetores e Ketema et al (2022) afirmam que indivíduos em um núcleo familiar com mais de 5 pessoas tiveram um risco de contaminar-se com leishmaniose cinco vezes maior do que pessoas em famílias com 2 ou menos pessoas.

Wiese et al (2017), que abordam os fatores de risco relacionados à prevalência de tungíase no Quênia, identificaram como risco morar em casas com ocupação entre 4 a 6 pessoas. Sanei-Dehkordi et al (2021), que também estudam uma doença de pele, a escabiose, apresentam o parâmetro mais restritivo, identificando que a taxa de infestação de escabiose foi associada com núcleos familiares com mais de 4 pessoas. Wiese et al (2017) e Sanei-Dehkordi et al (2021) também mencionam dividir dormitório como risco contudo, Sanei-Dehkordi et al (2021) afirmam que, apesar da menor taxa de infestação de tungíase para pessoas

com quarto privado, o risco de infestação para aqueles que dividem não é significativo.

Por fim, Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022), que tal qual Wiese et al, estudam tungíase, afirmam que a doença é associada com espaços de viver superpopulosos, mas não explicitam quantos habitantes tornam um ambiente superpopuloso.

Em síntese, faz sentido considerar o tamanho do núcleo familiar como fator de referência para DTNs. Dado o grande número de enfermidades englobado por esse grupo, este fator de análise é mais inespecífico e, portanto, se adequa melhor às distintas formas de contágio presentes nele.

v. Iluminação natural e Ventilação

Esta categoria contém dois artigos. Calderon-Anyosa et al (2018), que também citam a categoria de Qualidade Construtiva, e Ochola et al (2021), que mencionam Saneamento, Infraestrutura Ambiental e Urbana e Qualidade Construtiva. (Ver Figura 14)

Ochola et al (2021), examinam fatores políticos, sociais e culturais sobre a propagação de DTN no Quênia e seus efeitos na saúde do país, a partir de entrevistas com tomadores de decisão (*stakeholders*), dentre as variáveis de status habitacionais, a ausência de ventilação é mencionada como fator importante.

Já Calderon-Anyosa et al (2018) realizam uma revisão sistemática sobre riscos habitacionais para a abundância do mosquito-palha ou a presença de leishmaniose. Os artigos mencionados neste estudo avaliam a presença de janelas ou aberturas, no lugar da menção direta de ventilação ou iluminação, são eles: Unranw et al (2013), Singh et al (2010) e Yadon et al (2003). Unranw et al (2013) avaliam o risco relativo de casas de palha com janela, seu resultado é 0,36, o que significa que tem melhor performance que sua contrapartida sem janelas. Já Singh et al (2010) avaliam que o risco relativo de contágio de leishmaniose visceral é 2,38 para paredes de tijolo sem janelas. Por fim, Yadon et al (2003) apresentam o risco de aberturas permanentemente abertas como janelas e como entrada principal para o contágio de leishmaniose cutânea. Os autores identificam que aberturas

permanentemente abertas como janelas possuem risco relativo de 5,3 e como entrada principal de 3,4.

A ausência de janelas como variável para leishmaniose pode ser importante principalmente pois a impossibilidade de iluminação ou ventilação natural afeta a umidade dos ambientes, que por sua vez pode afetar a atividade do mosquito-palha. (Calderon-Anyosa et al, 2018; Kayani et al, 2021) Já a presença de vãos permanentemente abertos permite a entrada dos vetores ininterruptamente, o que impossibilita a criação de barreiras em momentos de maior atividade do mosquito.

O tipo de abertura é um problema recorrente em assentamentos precários, especialmente na ZEIS do Bom Jardim, é comum ver vãos permanentemente abertos ou com fechamentos que ainda permitem grande entrada de insetos e outros vetores.

Em síntese da seção de DTNs, para o tópico de Iluminação Natural e Ventilação, a ausência de ventilação e a presença e o tipo de janelas ou aberturas é de significativa importância na manifestação de diversas enfermidades. Em conjunto a esta categoria, a de Qualidade Construtiva a complementa, citando a relevância do tipo e das condições dos materiais de piso, parede e teto na prevenção de doenças transmitidas por vetores.

Por fim, o grupo de Saneamento traz três características que influenciam a manifestação de DTNs, a ausência de banheiros por completo ou de vaso sanitário com descarga, o uso de latrinas ou a defecação ao ar livre e a possibilidade e frequência da higienização. Relacionado a este último atributo, estão os traços apontados no tópico de Infraestrutura Urbana e Ambiental, são eles: o acesso à água encanada como qualidade protetiva contra algumas DTNs e a baixa regularidade desse acesso como prejudicial a elas.

2.3. ARBOVIROSES E MALÁRIA: A HABITAÇÃO E A AÇÃO DOS MOSQUITOS

Esta categoria foi citada por 18 artigos. Conforme citado na metodologia, este grupo inclui quatro doenças: dengue, zika, chikungunya e malária.

Dentre essas quatro doenças, dengue, zika e chikungunya estão dentro da classificação de arboviroses. São consideradas arboviroses doenças virais transmitidas por artrópodes, em especial, por mosquitos. Os principais vetores dessas enfermidades são os mosquitos do gênero *Aedes*, *Culex* e *Anopheles*. (Ministério da Saúde, 2024)

Conforme já mencionado anteriormente, Dengue é uma infecção viral transmitida pela mordida da fêmea infectada do *Aedes aegypti*. (Chastonay; Chastonay, 2022)

A Chikungunya é uma doença causada pelo vírus chikungunya (CHIKV), geralmente transmitida pelos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. (OMS, 2022a)

A infecção pelo Zika vírus se dá também a partir de mosquitos do gênero *Aedes*, normalmente assintomática, contudo, entre os pacientes que relatam apresentar sintomas, estes incluem coceiras, febre, conjuntivite, dores musculares e articulares e dor de cabeça. O Zika vírus, contudo, é especialmente perigoso quando se considera suas complicações em relação à formação fetal em pacientes grávidas, tendo sido relacionado a malformações fetais como microcefalia. (OMS, 2022b)

Por fim, malária é uma doença potencialmente fatal causada por cinco parasitas do gênero *Plasmodium*: *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, *P. ovale* e *P. knowlesi*. A malária, apesar de não ser considerada arbovirose, também é transmitida primordialmente pela mordida de fêmeas de mosquitos *Anopheles*.

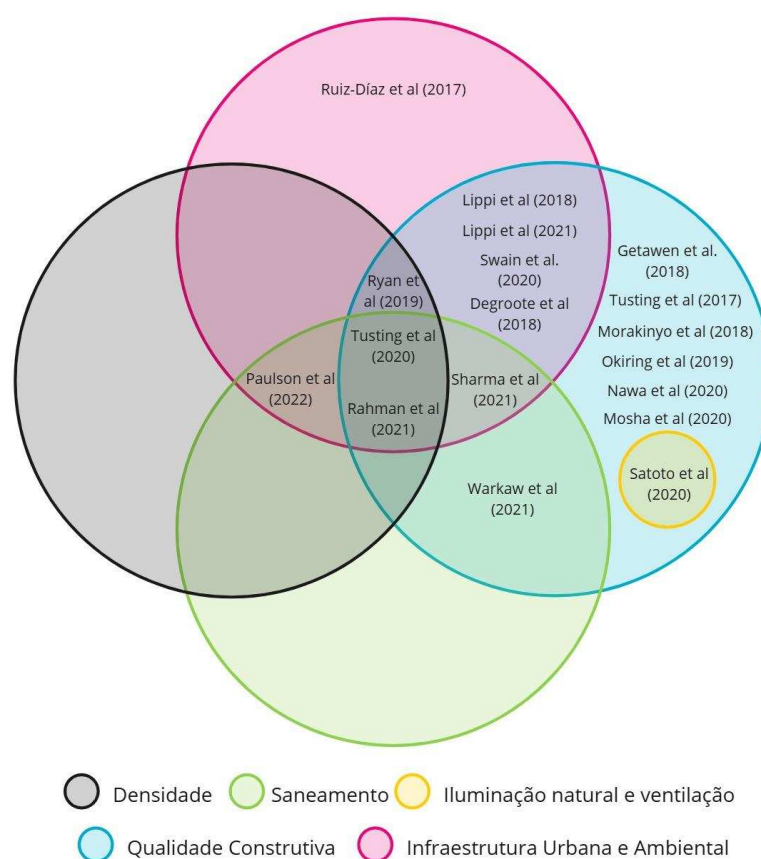
De acordo com a SMS (2019;2022; 2024), os bairros Bom Jardim e Siqueira, que fazem parte da ZEIS do Bom Jardim, costumam ser presença constante nos dados sobre arboviroses, apesar de não estarem entre os bairros com maiores números, possuem sempre uma quantidade significativa de casos. Em 2024, o Bom Jardim teve 192 notificações de dengue, 9 de Chikungunya e 1 de Zika, já o Siqueira obteve 261 de dengue, 28 de Chikungunya e 2 de Zika.

Metade dos artigos selecionados tratam exclusivamente de malária (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2020; Getawen et al, 2018; Morakinyo et al, 2018; Okiring et al, 2019; Nawa et al, 2020; Sharma et al, 2021; Warkaw et al, 2021; Mosha et al, 2020), a maior parte dos demais artigos tratam primordialmente de dengue (Ryan et

al, 2019; Lippi et al, 2018; Swain et al, 2020; Ruiz-Díaz et al, 2017; Satoto et al, 2020), Paulson et al (2022) é o único a mencionar abertamente zika e chikungunya, contudo, alguns artigos focam na abundância ou prevalência de *Aedes aegypti* em vez das doenças. (Lippi et al, 2021; Rahman et al, 2021; Degroote et al, 2018)

Em relação às categorias, como é possível ver na Figura 15, Qualidade Construtiva contém 16 artigos, Infraestrutura Urbana e Ambiental possui 10, Saneamento possui 5, Densidade possui 4 e Iluminação Natural e Ventilação possui 1 artigo.

Figura 15 - Diagrama de Venn dos artigos relacionados à Arboviroses e Malária



Elaborado pela autora

i. Qualidade Construtiva

Qualidade Construtiva é a categoria mais citada dentre os artigos relacionados à arboviroses e malária, tendo sido citada por 16 dos 18 artigos. (Ver

Figura 15) Todos os 9 artigos que abordam malária apresentam esta categoria, os 7 artigos remanescentes tratam de dengue.

Duas características foram comuns e citadas com frequência tanto por artigos relacionados à dengue quanto à malária, foram elas: tipo de revestimento de piso, parede e teto e qualidades e características de janelas.

Tal qual nos artigos relacionados a DTN, o tipo de revestimento e a qualidade dos pisos, paredes e telhados é importante pois tanto dengue quanto malária são doenças transmitidas por mosquitos.

Paredes de cimento ou concreto, de pedra com cal, de tijolos, de blocos de concreto, revestidas por cerâmica ou rebocadas foram mencionadas como protetivas ou com melhor resposta a abundância de vetores por diversos artigos (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2020; Morakinyo et al, 2018; Okiring et al, 2019; Nawa et al, 2020; Mosha et al, 2020; Rahman et al, 2021).

Do contrário, paredes de palha, argila, bambu, cana, madeira, madeira compensada, papelão tendem a ser mencionadas como naturais ou rudimentares, em geral, esses tipo de materiais de parede não se relacionam a boas performances contra a abundância de vetores ou a presença de enfermidades (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2020; Morakinyo et al, 2018; Sharma et al, 2021; Nawa et al, 2020)

Pisos e telhados seguem lógica semelhante, pisos de concreto, de cimento, vinílico, de parquet, de madeira polida, de revestimento cerâmico ou cimentício costumam ser considerados protetivos contra dengue e malária (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2021; Morakinyo et al, 2018; Nawa et al, 2020; Warkaw et al, 2021; Satoto et al, 2020) Pisos de terra, areia, argila, palha, bambu ou de tábuas de madeira configuram o oposto, são pisos que costumam ser associados a maiores índices de abundância de vetores ou de presença de dengue ou malária (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2021; Morakinyo et al, 2018; Warkaw et al, 2021) Warkaw et al (2021) chega a afirmar que o risco de apresentar malária em indivíduos que vivem em habitações com pisos de terra é 29,8 vezes mais alto do que pessoas cujas habitações possuem pisos de concreto.

Satoto et al (2020) também mencionam os materiais de piso e paredes relacionados a outra variável: a umidade. Os autores afirmam que pisos de concreto

ou cerâmicos e paredes rebocadas ajudam a diminuir o nível de umidade, que, por sua vez, contribui para interromper os ciclos de reprodução do mosquito.

Em relação a telhados, foi considerado protetivo tetos com telhas, cerâmicas ou metálicas, incluso as de amianto, de fibra de cimento e as lajes de concreto (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2021; Morakinyo et al, 2018; Okiring et al, 2019). Do contrário, telhados de palha, bambu, papelão, argila e até a completa ausência de telhado foram relacionados como risco à dengue e malária (Tusting et al, 2017; Tusting et al, 2021; Morakinyo et al, 2018; Swain et al, 2020; Nawa et al, 2020; Warkaw et al, 2021)

Ainda em relação a telhados, Satoto et al (2020) afirmam que tetos baixos estão relacionados a um risco aumentado de 16 a 18 vezes a surto de dengue e Mosha et al (2020) afirmam que beirais abertos têm alta associação com malária em comparação a beirais fechados. Por fim, Lippi et al (2018) relatam as condições e a integridade física de pisos, paredes e telhados como relevante na prevenção de dengue.

Pressupõe-se que essas variáveis de análise fazem bastante sentido. Apesar de não serem comuns paredes de lama ou bambu ou tetos de palha na ZEIS do Bom Jardim, materiais como madeira, papelão e tijolos sem reboco são comuns e todos são propícios à entrada de vetores e dificultam a manutenção da umidade. Os beirais abertos também são frequentes no território da ZEIS e eles apresentam diversas frestas que também servem como entrada de vetores.

A outra característica comum entre a malária e a dengue é a qualidade e tipologia de janelas. Cinco artigos mencionam características relativas a janelas, dentre estes quatro mencionam a presença de tela, vidro ou possibilidade de fechamento de esquadrias como método de controle da entrada de vetores. (Getawen et al, 2018; Lippi et al, 2021; Ryan et al, 2019; Rahman et al, 2021)

Getawen et al (2018) avaliam a aplicação de telas de arame nas janelas como método de diminuição da densidade de mosquitos, a redução da densidade foi entre 48% e 69%, o risco de ser mordido por fêmeas infectadas foi 3,4 vezes maior no grupo de controle e a eficácia de proteção contra *P. falciparum* foi de 61% . Lippi et al (2021) correlacionam a presença de proteção de janelas, como telas, negativamente à presença de *Aedes aegypti*. Já Ryan et al (2019) apresentam

fechar portas e janelas como inversamente correlacionados à presença de *Aedes*. Rahman et al (2021) contribuem afirmando que casas com vãos sem possibilidade de fechamento foram associadas a maiores presenças de mosquitos da dengue.

Os únicos ainda não mencionados são Satoto et al (2020) que conectam a presença de janelas com a possibilidade de diminuição da umidade a partir da iluminação natural e ventilação, mas também aponta para o risco de abrir vãos sem possibilidade de fechamento como fonte de entrada para vetores e indica telar janelas e portas como solução.

A variável de tipo de janela já foi citada previamente, mas os artigos sobre dengue e malária trazem de maneira bastante forte o uso de tela como possível mitigador. Esta solução não é comum na ZEIS do Bom Jardim, o problema de vãos permanentemente abertos, contudo, é, a autora julga que este é um fator de análise muito importante com uma solução relativamente simples e acessível financeiramente.

Existe ainda uma última variável que foi mencionada apenas pelos artigos que falam de dengue: containers ou compartimentos de armazenamento de água. Ryan et al (2019) e Degroote et al (2018) ambos mencionam cobrir compartimentos de água como ações protetivas contra a dengue e que reservatórios descobertos configuram risco. Rahman et al (2021) afirmam que containers médios entre 50 e 100 cm produziram maior número de focos de *Aedes aegypti*, especialmente os que se encontravam sombreados.

ii. Infraestrutura Urbana e Ambiental

A categoria de Infraestrutura Urbana e Ambiental é a segunda mais mencionada, com 10 artigos. Contudo, a maior parte dos artigos já foi citada anteriormente no grupo anterior, conforme é possível constatar na Figura 6, apenas dois artigos são inéditos a este (Ruiz-Díaz et al, 2017; Paulson et al, 2022). Além disso, ao contrário de Qualidade Construtiva, esta categoria é dominada por artigos sobre dengue, com apenas dois artigos sobre malária.

O abastecimento de água foi a característica mais mencionada, tendo sido mencionada por sete artigos, incluindo os dois sobre malária de Sharma et al (2021) e Tusting et al (2020). Os artigos entram em unanimidade ao afirmar, de maneira

bem condizente ao que ocorre em grande partes dos assentamentos precários, do qual a ZEIS do Bom Jardim não é exceção, que o acesso à água encanada como abastecimento diminui a necessidade de armazenamento o que por sua vez diminui a utilização de containers de água que poderiam transformar-se em focos de mosquito (Degroote et al, 2018; Rahman et al, 2021; Ruiz-Díaz et al, 2017; Lippi et al, 2018; Paulson et al, 2022; Sharma et al, 2021; Tusting et al, 2020)

Alguns artigos chegam a mencionar também que mesmo com o acesso à água encanada é necessário preocupar-se com a qualidade do serviço, pois o serviço de abastecimento de água interrompido foi associado com a presença de focos de mosquito da dengue (Ryan et al, 2019; Lippi et al, 2021; Ruiz-Díaz et al, 2017) Conforme já foi constatado também entre os artigos de DTN.

Degroote et al (2018) e Lippi et al (2018) também mencionam o acesso à coleta de lixo como uma medida protetiva contra a dengue. O que realmente condiz com a realidade considerando o potencial de empoçamento de água nesses locais com grande acúmulo de lixo, de acordo com o PIRF da ZEIS do Bom Jardim (2019), esse costumava ser um problema comum na área, a autora constatou em campo que houve uma aparente melhora e que alguns moradores relataram que passaram a ter coleta de lixo regular em suas ruas. Lippi et al (2018) ainda mencionam, junto com Tusting et al (2020), a importância de uma fonte de esgotamento sanitário adequado para doenças transmitidas por mosquitos. Tusting et al (2020) classificam tal tipo de saneamento como sistema de esgoto por rede geral, tanque séptico e alguns tipos de latrina (com exceção de latrinas sem laje e latrinas elevadas).

Swain et al (2020) são os únicos a apresentar uma característica ambiental distinta, os autores mencionam a presença de áreas pantanosas ao redor da edificação como risco à dengue. Esta variável faz bastante sentido, contudo, os autores não configuram o que seria considerado perigoso em termos de proximidade a essas áreas.

iii. Saneamento

Cinco artigos citam características relacionadas a categoria de Saneamento, sendo três relacionados à malária (Tusting et al, 2020; Sharma et al, 2021; Warkaw et al, 2021) e dois a dengue (Paulson et al, 2022; Rahman et al, 2021)

Rahman et al (2021) e Sharma et al (2021) citam características semelhantes, Rahman et al (2021) afirmam que casas com banheiros internos foram relacionados a menor presença de *Aedes aegypti*. Já Sharma et al (2021) atestam que casas sem vaso sanitário possuem maior probabilidade de positivar testes de malária na Índia.

Tusting et al (2020), Paulson et al (2022) e Warkaw et al (2021) mencionam determinados tipos de instalação sanitária como protetivas ou de risco a suas respectivas doenças. Tusting et al (2020) afirmam que habitações aperfeiçoadas possuíram redução de 12 a 18% de malária, dentre as características que definem uma habitação aperfeiçoada estão as instalações de banheiro melhoradas, definidas pelos autores como vaso sanitário e latrina com descarga, latrinas de fossa ventilada, latrinas com laje e vasos com compostagem. Warkaw et al (2021) já afirma que latrinas de modo geral relacionam-se positivamente com testes positivos de malária. Por fim, Paulson et al (2022) afirmam que a prevalência de chikungunya é menor em casas com vaso sanitário com descarga e casas com latrinas tradicionais, latrinas com descarga, vaso com compostagem e defecação ao ar livre possuíam maior probabilidade de contrair chikungunya.

iv. Densidade

A categoria de Densidade foi mencionada por 4 artigos, sendo três relacionados à dengue (Ryan et al, 2019; Paulson et al, 2022; Rahman et al, 2021) e um a malária (Tusting et al, 2020)

Tusting et al (2020), como foi mencionado no grupo passado, afirmam que habitações aperfeiçoadas possuíram uma redução de 12 a 18% de malária. Além das instalações de banheiro, os autores usam a quantidade de habitantes por dormitório na definição de habitação aperfeiçoada e afirmam que para ser considerada tal uma casa necessita ter 3 ou menos habitantes por quarto.

Ryan et al (2019) também utilizam a variável de pessoas por dormitório em suas análises, os autores afirmam que há uma correlação positiva entre este número e a quantidade de casos auto reportados de dengue.

Rahman et al (2021) apresentam que habitações com mais de 2 e mais de 3 habitantes por cômodo foram associadas com maior presença de *Aedes aegypti*.

Por fim, Paulson et al (2022) avaliam se o tamanho do núcleo familiar de uma habitação tem correlação com a presença de dengue ou chikungunya, dividindo as famílias em categorias de 1 a 5 pessoas e acima de 6 pessoas, contudo não obtiveram resultados significativos.

Para esta categoria, julga-se que é mais interessante utilizar a variável de habitantes por dormitório como análise, devido a atividade majoritariamente noturna do mosquito *Aedes aegypti*. Utilizar esta variável significa analisar os dados de densidade considerando que os dormitórios serão os cômodos utilizados com mais frequência durante o período de maior atividade do vetor, não utilizá-la pode significar não analisar o adensamento nos momentos mais críticos para o contágio.

v. Iluminação Natural e Ventilação

Este último grupo foi citado por apenas um artigo. Satoto et al (2020) avaliaram as relações entre ambiente domiciliar e índice entomológico de dengue na Indonésia. Dentre os fatores analisados, os autores afirmam que habitações com áreas com menos de 50 lux estão 6 vezes mais propensas a surto de dengue.

O que condiz com o conhecimento de que o *Aedes aegypti* é um mosquito noturno, mas isto também é um fator importante a se considerar quando pensamos na luminosidade de grande parte das casas da ZEIS do Bom Jardim que, devido à configuração de seus lotes e sua ocupação, costumam ter poucas janelas.

Ademais, os autores afirmam que a intensidade lumínica afeta as atividades de voo do mosquito e o ciclo reprodutivo.

Em suma da seção de Arboviroses e Malária, é perceptível pela categoria de Iluminação Natural e Ventilação, a importância da luz solar na manifestação da dengue e nas atividades do mosquito. Já os atributos mais relevantes do tópico de Qualidade Construtiva estavam relacionados, tal qual os artigos de DTNs, aos tipos de revestimento utilizados em piso, parede e teto, além disso, também são mencionados as diferentes performances de janelas ou aberturas com tela, de vidro ou com possibilidade de fechamento, ambas características foram relacionadas com a presença de umidade. Esta categoria também apresenta uma qualidade relevante principalmente considerando a reprodução dos mosquitos, a cobertura de compartimentos de armazenamento de água.

Relacionado à água, o grupo de Infraestrutura Urbana e Ambiental cita primordialmente o acesso e a regularidade à água encanada como atributos importantes para a proteção contra arboviroses e malária. Por fim, o tópico de Saneamento traz, tal qual na seção de DTNs, a completa ausência de banheiros ou de vasos sanitários adequados como potenciais fatores de risco para essas enfermidades.

Finalizando este capítulo, as características encontradas nesta revisão bibliográfica serviram de base para a definição de indicadores e a seleção de variáveis analisadas, expostas no próximo capítulo. Abaixo, a Tabela 1 sintetiza os atributos encontrados de cada categoria para todos os grupos de doenças.

Tabela 1 - Síntese de categorias de atributos por grupos de doenças

Categorias de Análise	Grupos de doenças		
	COVID-19	DTNs	Arboviroses e Malária
Qualidade Construtiva	- Presença de umidade como fator de comorbidade ou ligado a propagação viral - Revestimentos e acabamentos ligados a análises de vulnerabilidade	- Tipos e condição de revestimentos de piso, parede e teto conectados à entrada de vetores - Umidade conectada à atividade de mosquitos	- Tipos e condições de revestimentos de piso, parede e teto e características de aberturas relacionados a entrada de mosquitos e a manutenção de umidade - Compartimentos de armazenamento de água cobertos possuem melhor performance contra as arboviroses e malária
Infraestrutura Urbana e Ambiental	- Acesso à água é visto como método de manutenção de higiene, essencial para proteção contra COVID-19 - Saneamento Básico e Coleta de Lixo são vistos como parte de	- Água encanada e a regularidade do acesso a esse serviço estão conectadas com melhores performances contra diversas DTNs	- Acesso à água e a regularidade do acesso estão ligadas a necessidade de armazenamento de água que, se realizado incorretamente, configura risco para as doenças desse

	análises ambientais do entorno		grupo
Densidade	- Acima de 3 habitantes por dormitório é fator de risco - Acima de 1 e acima de 2 habitantes por cômodo foram ambos considerados como risco - Núcleos familiares com mais de 6 pessoas foram considerados sob risco	- Núcleos familiares entre 4 a 6 pessoas foram considerados sob risco	- Mais de 2 pessoas por dormitório e acima de 3 pessoas por dormitório foram ambos considerados como fator de risco
Saneamento	- Ausência de vaso sanitário e de estrutura de higienização das mãos foram interpretados como risco, visto que impedem a manutenção da higiene dos habitantes	- Ausência completa de banheiro ou vaso sanitário com descarga, uso de latrina ou defecação ao ar livre foram relacionados a piores performances contra várias DTNs	- Ausência de banheiro ou de vaso sanitário com descarga foram conectados a índices mais alto de insetos ou de contaminados por arboviroses e malária
Iluminação Natural e Ventilação	- Categoria considerada relevante nas análises de conforto e do ambiente - Conectada à umidade e à prevenção da propagação da doença	- Ausência de ventilação como risco - Paredes com janelas foram interpretadas como melhores contra as que não possuíam nenhuma - Vãos permanentemente abertos foram conectados a maior presença de mosquito-palha, pois permitem a entrada de vetores ininterruptamente	- Habitações com áreas com menos de 50 lux tinham risco de surto de dengue aumentado 6 vezes. (Satoto et al, 2020)

Elaborado pela autora

3. O INDICADOR COMPOSTO

A partir das categorias estabelecidas na revisão bibliográfica, a autora configura o indicador composto com cinco indicadores secundários com a mesma nomenclatura estabelecida na revisão: Qualidade Construtiva, Infraestrutura Urbana e Ambiental, Densidade, Saneamento e Iluminação Natural.

Foi estabelecido que o indicador composto se configura pela média geral dos cinco indicadores secundários.

$$I = (I_{QC} + I_{IUA} + I_D + I_S + I_{IN}) / 5$$

I = Indicador Complexo

I_{QC} = Indicador secundário de Qualidade Construtiva

I_{IUA} = Indicador secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental

I_D = Indicador secundário de Densidade

I_S = Indicador secundário de Saneamento

I_{IN} = Indicador secundário de Iluminação Natural

Tal decisão foi tomada levando em consideração a revisão bibliográfica e a menção das categorias por cada grupo de doenças: COVID-19, doenças tropicais negligenciadas e arboviroses e malária. Todos os grupos foram mencionados pelas três categorias de enfermidades, a tentativa de aplicar pesos aos indicadores secundários poderia levar a supervalorização de determinadas doenças em relação a outras, por este motivo a média geral foi escolhida.

Por fim, conforme os objetivos específicos desta pesquisa, a intenção do desenvolvimento deste indicador composto é de apresentar uma ferramenta que auxilia em decisões relacionadas a intervenções construtivas em habitações para fins de saúde.

Seus possíveis usos são diversos, podendo ser utilizado tanto a nível urbano para entender as necessidades habitacionais de uma comunidade como um todo, o que pode ser útil para o desenvolvimento de políticas urbanas de melhoria habitacional, como para definir prioridades em projetos de escala habitacional,

permitindo ao arquiteto compreender quais atributos daquela casa tem maior possibilidade de produzir consequências na saúde de seus habitantes.

3.1. INDICADORES SECUNDÁRIOS

Como informado no início deste capítulo, cinco indicadores secundários compõem o indicador composto, novamente, são eles: o Indicador Secundário de Qualidade Construtiva, de Infraestrutura Urbana e Ambiental, de Densidade, de Saneamento e de Iluminação Natural.

Além dos usos do indicador composto, os indicadores secundários possuem utilidades quando aplicados individualmente, provendo informações específicas para direcionar as intervenções a serem feitas.

Nos próximos tópicos, serão explicadas as variáveis e os cálculos de cada indicador secundário.

3.1.1. QUALIDADE CONSTRUTIVA

Seis variáveis compõem o indicador secundário de Qualidade Construtiva, são elas: Acabamento de piso, paredes e teto; Condições de piso, parede e teto; Beirais; Existência e Qualidade de Reservatórios de Água; Esquadrias e Umidade.

A variável de Acabamento de piso, paredes e teto (A) refere-se ao material utilizado nestes componentes de uma habitação, este parâmetro foi mencionado repetidamente por artigos de COVID-19, de DTN e de Arboviroses e Malária. O uso de materiais adequados é importante para doenças transmitidas por vetores, presentes tanto na categoria de DTN quanto de Arboviroses e Malária, pois materiais porosos ou com maior predisposição a frestas e buracos permitem maior acesso dos vetores ao ambiente interno. Em relação à COVID-19, determinados materiais permitem higienização com maior facilidade, o que facilita a prevenção quando se trata de contaminação por superfícies.

Para paredes, foram consideradas com materiais adequados as de cimento, concreto, blocos de concreto, com revestimento cerâmico, de tijolo rebocadas e de pedra com cal. Foram consideradas inadequadas paredes de lama, areia, terra,

argila, palha, cana, bambu, adobe, madeira compensada, papelão e de tijolo sem reboco.

Para pisos, foram considerados adequados pisos cimento ou concreto, pisos vinílicos, de parquet, de madeira polida e de revestimento cerâmico e cimentício. Foram considerados inadequados pisos de areia, terra, argila, palha, bambu ou de tábuas de madeira.

Para telhados, foram considerados adequados telhados com telhas cerâmicas, metálicas ou de fibrocimento e lajes de concreto. Foram consideradas inadequadas telhados de palha, bambu, papelão e argila. (Ver tabela 2)

Tabela 2 - Adequabilidade de elementos construtivos

Elemento construtivo	Adequados	Inadequados
Paredes	Cimento, concreto, blocos de concreto, com revestimento cerâmico, de tijolo rebocadas e de pedra com cal	Lama, areia, terra, argila, palha, cana, bambu, adobe, madeira compensada, papelão e de tijolo sem reboco.
Piso	Cimento ou concreto, pisos vinílicos, de parquet, de madeira polida e de revestimento cerâmico e cimentício	Areia, terra, argila, palha, bambu ou de tábuas de madeira
Telhado	Telhas cerâmicas, metálicas ou de fibrocimento e lajes de concreto	Palha, bambu, papelão e argila

Elaborado pela autora

A avaliação dessa variável se dá de uma escala de 0 a 1, onde 0 significa que a habitação não possui nenhum material ou revestimento adequado para teto, parede ou piso, 0,25 significa que apenas um dos três elementos construtivos possui

material adequado, 0,5 significa que a habitação possui dois de três elementos construtivos com material adequado e 1 significa que a habitação possui todos os elementos construtivos com materiais adequados.

A segunda variável foi nomeada Condições de piso, parede e teto (C), ela refere-se à integridade física das paredes, do piso e do telhado, independente do seu material. É observado nesta variável se existem buracos ou fissuras em algum dos três elementos construtivos mencionados. Se sim, a habitação recebe 0 para esse parâmetro, caso contrário recebe 1. Esta variável foi selecionada, pois buracos ou fissuras permitem o acesso de vetores ao ambiente interno da habitação. (Chastonay; Chastonay, 2022; Calderon-Anyosa et al, 2018; Ketema et al, 2022)

A terceira variável é a de Beirais (B) e foi eleita pela mesma justificativa da variável anterior. Neste parâmetro se avalia se a habitação possui beirais abertos, que significa que o madeiramento de telhado é exposto do lado externo da casa, caso possua a habitação recebe 0 e ao contrário recebe 1. Isto, pois casas de beirais abertos possuem pequenas aberturas na junção com as paredes externas da casa que também permitem a entrada de vetores, ao contrário de uma casa com platibanda, por exemplo. (Okiring et al, 2019)

A quarta variável refere-se a Existência e Qualidade de Reservatórios de Água (R). Este parâmetro é especialmente importante para as doenças transmitidas por mosquitos, já que o armazenamento inadequado de água pode gerar criadouros de mosquito. (Ryan et al, 2019; Degroote et al, 2018; Rahman et al, 2021)

Nesta variável, foram analisados se existem reservatórios na habitação e a integridade física deles. No caso de a habitação possuir acesso à água diretamente pela companhia de água e não possuir nenhum reservatório ou no caso de possuir reservatórios cobertos e sem rachaduras, esses cenários são considerados ideais e a casa recebe nota 1, caso existam reservatórios danificados ou descobertos, recebe 0.

A quinta variável é a de Esquadrias (E). Primeiro, ela avalia se existem vãos na habitação, importante para a renovação do ar e diminuição de contaminação de doenças respiratórias como a COVID-19. (Gomez et al, 2020) No caso de a habitação não possuir vãos ou janelas para o ambiente externo, a habitação é avaliada com 0.

Depois, avalia-se a configuração das esquadrias e vãos, vãos permanentemente abertos permitem melhor circulação de ar e melhor desempenho contra umidade, mas também apresentam grandes fontes de entrada para vetores. (Calderon-Anyosa et al, 2018; Satoto et al, 2020) No caso de habitações com essa configuração, recebe-se nota 0,25.

Vãos com possibilidade de fechamento permitem controle da entrada de vetores em momentos de maior intensidade de vetores, mas dependendo do material ou método de fechamento ainda não cessam a entrada, como no caso de venezianas ou portas de tábuas de madeira, por isso, neste caso as casas recebem nota 0,50.

Casas com esquadrias com vidro ou com tela possuem a situação ideal de permitir a circulação de vento e a entrada de iluminação ainda permitindo o controle da circulação de vetores, por isso, essas habitações recebem nota 1.

Por fim, a última variável é a de Umidade (U). Este parâmetro foi selecionado pois umidade está conectada à propagação viral de COVID-19 (Gomez et al, 2020; Tokazhanov et al, 2021) e a asma, que configura comorbidade para várias doenças respiratórias, incluso a COVID-19. (Bhattacharyya et al, 2022) Além disso, a umidade está ligada ao ciclo reprodutivo e as atividades de voo de diversos mosquitos transmissores de doenças, como dengue e leishmaniose. (Kayani et al, 2021; Satoto et al, 2020)

Para essa avaliação, casas que possuem sinais de umidade como manchas, marcas de água ou mofo nas paredes, no piso e no telhado receberam nota 0 e casas na situação inversa receberam 1.

As variáveis, seus métodos de avaliação e as referências bibliográficas utilizadas como sua base teórica e justificativa, encontram-se resumidas na tabela a seguir.

Tabela 3 - Indicador Secundário de Qualidade Construtiva

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências
Acabamento de piso,	A habitação possui teto, parede e piso com materiais adequados	1	Mercader-Moyano et al (2021a); Mercader-Moyano et al (2021b); Díaz et al (2022);

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências
paredes e teto (A)	A habitação possui dois elementos construtivos (parede, piso ou teto) com material adequado	0,50	Gomez et al (2020); Kayani et al (2021); Calderon-Anyosa et al (2018); Chastonay e Chastonay (2022); Ritcherman et al (2018);
	A habitação possui apenas um elemento construtivo (parede, piso ou teto) com material adequado	0,25	Hanley et al (2020); Anyaele e Enwemiwe (2021); Enwemiwe et al (2021); Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022); Ochola et al (2021); Wiese et al (2017); Tusting et al (2017);
	A habitação não possui nenhum elemento construtivo (teto, parede ou piso) com material adequado	0	Tusting et al (2020); Lippi et al (2018); Swain et al (2020); Morakinyo et al (2018); Rahman et al (2021); Okiring et al (2019); Nawa et al (2020); Sharma et al (2021); Mosha et al (2020); Satoto et al (2020)
Condições de piso, parede e teto (C)	A habitação possui fissuras ou buracos nas paredes, no piso ou no telhado	0	Calderon-Anyosa et al (2018); Chastonay e Chastonay (2022);
	A habitação não possui fissuras ou buracos nas paredes, no piso ou no telhado	1	Hanley et al (2020); Katema et al (2022)
Beirais (B)	A habitação possui beirais abertos	0	Okiring et al (2019); Mosha et al (2020);
	A habitação não possui beirais abertos	1	Satoto et al (2020)

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências
Existência e Qualidade de Reservatórios de Água (R)	Existem reservatórios de água cobertos e sem rachaduras	1	Richterman et al (2018); Paulson et al (2022); Ryan et al (2019); Rahman et al (2021); Degroote et al (2018)
	A habitação não possui reservatórios de água e recebe água diretamente da companhia		
	Existem reservatórios de água descobertos ou danificados	0	
Esquadrias (E)	Existem esquadrias com vidro ou tela	1	Calderon-Anyosa et al (2018); Tokazhanov et al (2021); Gong et al (2021); Gomez et al (2020); Mercader-Moyano et al (2021a); Ryan et al (2019); Getawen et al (2018); Lippi et al (2021); Rahman et al (2021); Satoto et al (2020)
	Existem vãos com possibilidade de fechamento	0,50	
	Existem vãos permanentemente abertos	0,25	
	Não possui vãos para o ambiente externo	0	
Umidade (U)	A habitação possui sinais de umidade (manchas, marcas de água ou mofo nas paredes, piso ou telhado)	0	Satoto et al (2020); Gomez et al (2020); Gong et al (2021); Bhattacharyya et al (2022); Tokazhanov et al (2021); Kayani et al (2021); Calderon-
	A habitação não possui sinais de umidade (manchas, marcas de água ou mofo nas	1	

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências
	paredes, piso ou telhado)		Anyosa et al (2018); Chastonay e Chastonay (2022)

Elaborado pela autora

Ao final, o Indicador secundário de Qualidade Construtiva (I_{QC}) equivale a média geral dessas seis variáveis. A expressão é a seguinte:

$$I_{QC} = (A + C + B + R + E + U) / 6$$

I_{QC} = Indicador Secundário de Qualidade Construtiva

A = Variável de Acabamento de piso, paredes e teto

C = Variável de Condições de piso, parede e teto

B = Variável de Beirais

R = Variável de Existência e Qualidade de Reservatórios de Água

E = Variável de Esquadrias

U = Variável de Umidade

3.1.2. INFRAESTRUTURA URBANA E AMBIENTAL

O indicador secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental possui três variáveis: Acesso à água; Acesso à esgotamento sanitário; Acesso à coleta de lixo. Inicialmente, este indicador possuía uma quarta variável relativa à proximidade de regiões pantanosas ou corpos d'água, este parâmetro foi posteriormente eliminado devido à ausência de dados sobre a distância que se considera próxima.

Todas as três variáveis deste indicador especificamente, coletadas por meio de entrevista como todas as outras, passam por uma segunda verificação. São inseridas junto a resposta das entrevistas dados coletados pelo censo do IBGE. A autora decidiu por tal devido dois motivos: o primeiro, a ausência de infraestrutura próximo a uma habitação, mesmo que ela em si esteja em situação ideal de atendimento, ainda configura risco a ela, o segundo motivo é que, frequentemente, os entrevistados não têm conhecimento da sua própria situação de atendimento.

A primeira variável Acesso à água (A) é avaliada em duas maneiras. Primeiro, se o acesso ocorre por rede geral, caso não, a habitação recebe 0, isto pois o acesso sem ser por água encanada já prevê a necessidade de armazenamento de água, que pode vir a configurar risco para doenças relacionadas a mosquitos. Segundo, avalia-se a qualidade do serviço, caso a casa possua acesso à água por rede geral, mas ocorrem interrupções frequentes, a nota é 0,25, se forem interrupções esporádicas, a nota é 0,50. Por fim, se a habitação possui acesso à água por rede geral ininterruptamente, a nota é 1.

Ao final, multiplica-se a nota obtida pela percentagem de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral do setor censitário no qual a habitação está localizada (P_1).

A segunda variável Acesso à Esgotamento Sanitário (E) é avaliada no atendimento por rede geral de esgoto ou por meio de fossa séptica, esta é considerada a situação ideal e habitações com tal configuração recebem nota 1, casas com demais métodos de manejo de dejetos, como fossa rudimentar ou despejo diretamente em corpos d'água, recebem nota 0. Por fim, multiplica-se a nota obtida pela percentagem de domicílios particulares atendidos de esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou via fossa séptica do setor censitário no qual a edificação está inserida (P_2).

A última variável Acesso à coleta de lixo (L) primeiro se há coleta de lixo na área onde se encontra a habitação, caso não a habitação recebe nota 0. Caso sim, avalia-se a regularidade da coleta, ou seja, se ela acontece nos dias programados com a frequência correta, se sim, a habitação recebe nota 1, no caso de coleta irregular, recebe nota 0,50.

Por fim, a nota recebida pela habitação é multiplicada pela percentagem de domicílios particulares permanentes com lixo coletado do setor censitário no qual está inserida (P_3).

A tabela a seguir resume as variáveis com seus respectivos métodos de avaliação, a nota equivalente, as variáveis do censo do IBGE inseridas e as referências bibliográficas usadas de suporte conceitual.

Tabela 4 - Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Variável do IBGE	Referências Bibliográficas
Acesso à água (A)	Acesso à água por rede geral ininterrupto	1	Percentagem de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral do setor censitário no qual a habitação está localizada (P_1)	Mercader-Moyano et al (2021a); Mercader-Moyano et al (2021b); Díaz et al (2022); Gong et al (2021); Marcus e Marcus (2022); Bhattacharyya et al (2022); Tokazhanov et al (2021); Kayani et al (2021); Chastonay e Chastonay (2022); Al-Mekhlafi (2020); Ochola et al (2021); Wiese et al (2017); Tusting et al (2020); Paulson et al (2022); Ryan et al (2019); Lippi
	Acesso à água por rede geral com interrupções esporádicas	0,5		
	Acesso à água por rede geral com interrupções frequentes	0,25		
	Acesso por meios alternativos	0		
Acesso à Esgotamento Sanitário (E)	Acesso à esgotamento por rede geral ou fossa séptica	1	Percentagem de domicílios particulares atendidos de esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou via fossa séptica do setor censitário no qual a	
	Acesso por demais métodos de manejo de dejetos	0		

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Variável do IBGE	Referências Bibliográficas
			edificação está inserida (P_2)	et al (2018); Lippi et al (2021); Rahman et al (2021); Degroote et al (2018); Ruiz-Díaz et al (2017); Sharma et al (2021); Warkaw et al (2021)
Acesso à coleta de lixo (L)	Acesso à coleta de lixo regular	1	Percentagem de domicílios particulares permanentes com lixo coletado do setor censitário no qual a habitação está inserida (P_3)	Gong et al (2021); Wiese et al (2017); Lippi et al (2018); Lippi et al (2021)
	Acesso à coleta de lixo irregular	0,5		
	Nenhum acesso	0		

Elaborado pela autora

Por fim, o Indicador secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental corresponde a seguinte equação:

$$I_{IUA} = \{(A \times P_1) + (E \times P_2) + (L \times P_3)\}/3$$

I_{IUA} = Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental

A = Variável de Acesso à Água

E = Variável de Acesso à Esgotamento Sanitário

L = Variável de Acesso à Coleta de Lixo

P₁ = Percentagem de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral do setor censitário no qual a habitação está localizada

P₂ = Percentagem de domicílios particulares atendidos de esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou via fossa séptica do setor censitário no qual a edificação está inserida

P₃ = Percentagem de domicílios particulares permanentes com lixo coletado do setor censitário no qual a habitação está inserida

3.1.3. DENSIDADE

O indicador secundário de Densidade é composto por duas variáveis: Habitantes por dormitório (D) e Tamanho do núcleo familiar (F)

A escolha dessas variáveis leva em consideração as várias maneiras de mensuração de aglomeração dentro da habitação. Para a variável Habitantes por dormitório (D) foi adotado o método do IBGE apresentado por Villela (2021). Sendo assim, de 1 a 2 pessoas por dormitório foi considerada a situação ideal, neste caso, se recebe nota 1. De 2 a 3 habitantes por dormitório foi considerado como média aglomeração, correspondendo a nota 0,50. Por fim, habitações com a presença de dormitórios com mais de 3 pessoas foram considerados aglomerados e receberam nota 0.

A variável de Tamanho do núcleo familiar (F) utiliza como base os dados expostos nos artigos que mencionam a categoria de Densidade da revisão bibliográfica. Wiese et al (2017) avaliam como risco núcleos familiares de 4 a 6 pessoas, Ketema et al (2022) e Hanley et al (2020) configuram como tal núcleo com mais de 5 pessoas, Sanei-Dehkordi et al (2021) aproximam-se de Wiese et al (2017)

e utilizam a métrica de acima de 4 pessoas, por fim, Yu (2023) configura como risco núcleo com mais de 6 pessoas.

Para essa dissertação, a autora adotou os dados mais restritivos, núcleos familiares de 1 a 3 pessoas foram considerados de baixo risco e receberam nota 1, núcleos com mais de 4 pessoas receberam 0.

Tabela 5 - Indicador Secundário de Densidade

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências Bibliográficas
Habitantes por dormitório (D)	Entre 1 a 2 pessoas por dormitório	1	Acharya e Porwal (2020); Mercader-Moyano et al (2021b); Gomez et al (2020); Marcus e Marcus (2022); Bhattacharyya et al (2022); Villela (2021); Yu (2023); Hanley et al (2020); Rasoamialy-Soa Razanakolona et al (2022); Wiese et al (2017); Tusting et al (2020); Paulson et al (2022); Ryan et al (2019); Rahman et al (2021)
	Entre 2 a 3 pessoas por dormitório	0,50	
	Mais de 3 pessoas por dormitório	0	
Tamanho do núcleo familiar (F)	Acima de 4 pessoas	0	
	Entre 1 a 3 pessoas	1	

Elaborado pela autora

Ao final, o indicador secundário de Densidade (I_D) corresponde à média geral entre as variáveis Habitantes por dormitório (D) e Tamanho do núcleo familiar (F).

$$I_D = (D+F)/2$$

I_D = Indicador Secundário de Densidade

D= Variável de Habitantes por Dormitório

F = Variável de Tamanho do Núcleo Familiar

3.1.4. SANEAMENTO

O indicador secundário corresponde ao de Saneamento e possui apenas uma variável: a de Banheiro Completo.

Essa variável possui duas instâncias de análise: a presença de pia, como estrutura de higienização das mãos, e a presença de um vaso sanitário com descarga.

A primeira análise é a se existe uma estrutura de banheiro na habitação, a ausência completa de banheiro é a considerada a situação mais inadequada e casas com essa característica recebem nota 0. Este requisito tem como base tanto artigos relacionados a doenças tropicais negligenciadas (Ochola et al, 2021; Sanei-Dehkordi et al, 2021) quanto artigos que tratam de arboviroses e malária (Rahman et al, 2021; Sharma et al, 2021).

Caso a habitação possua latrina ou vaso sanitário sem descarga, a situação ainda é considerada precária, e recebe 0,25. Esta avaliação tem como base trabalhos sobre os três grupos de doença, diversos trabalhos tratam sobre o risco de se utilizar apenas latrinas como manejo de dejetos, contudo, também existem artigos que analisam latrinas como fatores positivos quando comparados a situações piores de completa ausência de banheiro ou de defecação ao ar livre (Tokazhanov et al, 2021; Wiese et al, 2017; Ritcherman et al, 2018; Calegar et al, 2021; Tusting et al, 2020; Warkaw et al, 2021).

No caso de possuir apenas pia, a habitação recebe nota 0,50. Pois, pias ou estruturas de higienização foram citadas como relevante para a manutenção da higiene e mitigação da contaminação apenas por artigos de COVID-19 (Acharya e Porwal, 2020; Marcus e Marcus, 2022; Yu, 2023)

Já no caso de possuir apenas vaso sanitário com descarga, recebe 0,75. Essa decisão foi baseada em trabalhos de todas as doenças estudadas, foram eles: Tokazhanov et al (2021), Wiese et al (2017), Tusting et al (2020) e Paulson et al (2022)

A situação ideal, que recebe nota 1, é quando há pia e vaso sanitário com descarga na habitação.

Tabela 6 - Indicador Secundário de Saneamento

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências Bibliográficas
Banheiro Completo	Possui pia e vaso sanitário com descarga	1	Acharya e Porwal (2020); Marcus e Marcus (2022); Tokazhanov et al (2021); Yu (2023); Kayani et al (2021); Ritcherman et al (2018); Calegar et al (2021); AL-Mekhlafi (2020); Sanei-Dehkordi et al (2021); Ochola et al (2021); Tusting et al (2020); Paulson et al (2022); Sharma et al (2021); Warkaw et al (2021)
	Possui apenas vaso sanitário com descarga	0,75	
	Possui apenas pia	0,50	
	Possui latrina ou vaso sem descarga	0,25	
	Não possui banheiro	0	

Elaborado pela autora

3.1.5. ILUMINAÇÃO NATURAL

O último indicador secundário é o de Iluminação Natural. Inicialmente, a proposta era de construir um indicador que tivesse variáveis relacionadas tanto à iluminação quanto à ventilação, contudo, devido à escassez de métricas dentre o material colhido na revisão bibliográfica, não foi possível incorporar ventilação ao indicador. Apesar de vários artigos terem mencionado a importância da ventilação natural, quase todos não definem o que configura um ambiente como bem ventilado.

Para o indicador de iluminação natural, duas variáveis foram selecionadas: a Iluminância (IL) e a Irradiância (IR). A variável IL vem do trabalho de Satoto et al (2020), no qual os autores afirmam que habitações com menos de 50 lux estão 6 vezes mais propensas a surtos de dengue. Já a variável IR é suportada pelos

trabalhos de Ratnesar-Shumate et al (2020) e Schuit et al (2020) que avaliam a influência da radiação solar no decaimento de aerossóis de COVID-19.

Para a variável IL, foi decidido que casas que obtivessem áreas internas abaixo de 50 lux teriam nota 0, já habitações que obtivessem todas as suas partes com mais de 50 lux, teriam nota 1.

A variável IR, por sua vez, utiliza os dados de decaimento do vírus apresentados por Ratnesar-Shumate et al (2020). Por isso, casas com áreas com menos de 0,3 W/m² configuram nota 0, casas com áreas entre 0,3 W/m² - 0,7 W/m² possuem nota 0,50, casas com áreas entre 0,7 W/m² - 1,6 W/m² tem nota 0,75, casas com todas as áreas acima de 1,6 W/m² possuem nota 1.

Tabela 7 - Indicador Secundário de Iluminação Natural

Variável	Critério de Avaliação	Nota	Referências Bibliográficas
Iluminância (IL)	A habitação possui áreas com menos de 50 lux	0	Satoto et al (2020)
	A habitação não possui áreas com menos de 50 lux	1	
Irradiância (IR)	A habitação só possui áreas com 1,6 W/m ² ou mais	1	Ratnesar-Shumate et al (2020) e Schuit et al (2020)
	A habitação possui áreas com 0,7 W/m ² a 1,6 W/m ²	0,75	
	A habitação possui áreas com 0,3 W/m ² a 0,7 W/m ²	0,50	
	A habitação possui áreas com menos de 0,3 W/m ²	0	

Elaborado pela autora

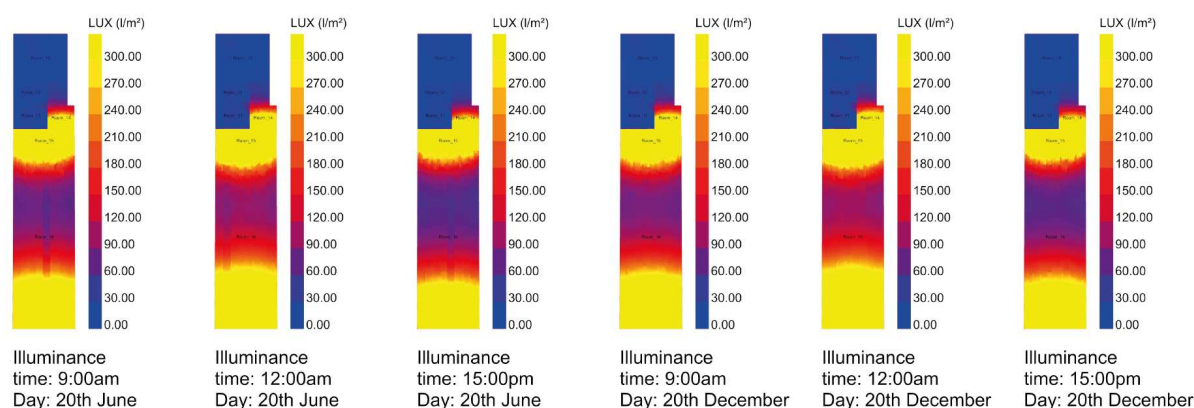
Para obter essas informações foi criado um algoritmo de análise lumínica, utilizando um programa CAD com IVP (Rhinceros e Grasshopper). O algoritmo utiliza dois plugins para Grasshopper, são eles: o Archicad Live Connection, plugin que permite a conexão entre o ambiente BIM do Archicad e o Grasshopper (Graphisoft, 2023), e o Honeybee, plugin que permite a criação, operação e

visualização dos resultados de simulações de luz e radiação usando o Radiance e de modelos energéticos usando o EnergyPlus/OpenStudio (Ladybug Tools, 2017a).

Este algoritmo está dividido em seis grupos de operação, são eles denominados: parâmetros iniciais; modelagem paramétrica; ambientes e interseções; modelagem do Honeybee; definição do grid; análise luminosa.

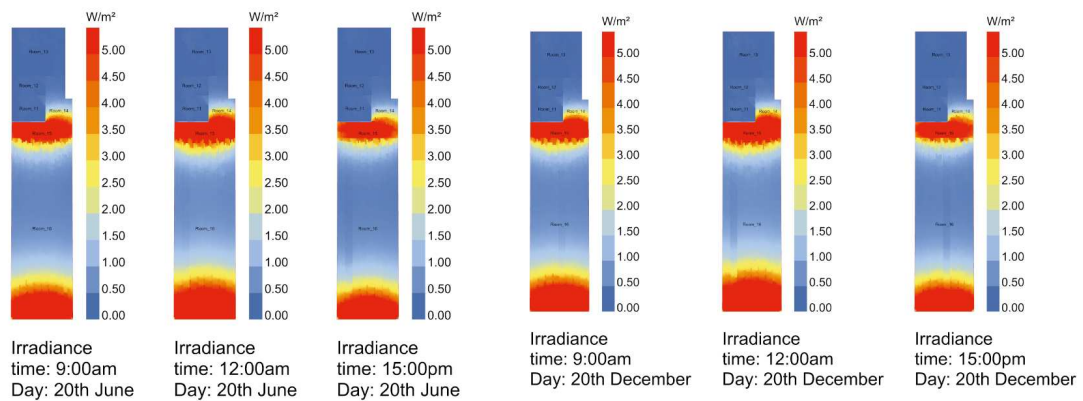
Nos parâmetros iniciais, o foco é definir os dados climáticos, geográficos e temporais a serem utilizados na análise. Para isso, foi definido o norte da edificação e a data de análise (solstício de inverno), inicialmente foram simulados três horários (9h, 12h e 15h) nos solstícios de inverno e verão, contudo, conforme é possível ver nas imagens 16 e 17, a variação dos resultados teste foi muito pequena, foi decidido então para manter a velocidade e permitir que todas as casas fossem analisadas, que as avaliações seriam feitas dia 20 de junho, 12h. É neste momento, também, que importa-se o arquivo EPW e o transforma em objeto WEA. Por fim, todas essas informações são utilizadas para definir o CIE Sky.

Figura 16 - Teste de Iluminância



Elaborado por Lygia Salgueiro

Figura 17 - Teste de Irradiância



Elaborado por Lygia Salgueiro

Em seguida, no grupo da modelagem paramétrica, o foco é conectar ao ambiente BIM do Archicad e traduzir a geometria para os parâmetros do Honeybee. Primeiro, são importados os elementos construtivos do Archicad, eles foram divididos aqui em portas opacas, portas de vidro, janelas, zonas, lajes e entorno (correspondente a uma grande zona dentro do ambiente BIM). Em seguida, esses elementos são desconstruídos, a partir dos componentes de desconstrução de elementos do plugin Archicad Live Connection, sendo coletado apenas a sua geometria e não suas demais informações.

Essa geometria resultante passa por nova desconstrução, dessa vez, para que os elementos sejam divididos em faces. Os elementos de portas opacas, portas de vidro e janelas têm suas faces externas selecionadas e projetadas em uma face das zonas, também desconstruídas, correspondente a sua localização. Isso é feito com a intenção de minimizar a geometria submetida a análise e para a simplificação do modelo paramétrico. Após esse tratamento, os elementos construídos são traduzidos para componentes do Honeybee.

No grupo de ambientes e interseções, a geometria das zonas, proveniente da desconstrução pelo plugin Archicad Live Connection, tem suas faces mescladas e tem as zonas interseccionadas e então transformadas em cômodo do Honeybee. Por fim, as zonas, agora configuradas como cômodos do Honeybee, tem suas adjacências solucionadas.

Em modelagem do Honeybee, as informações de cômodos, elementos de sombreamento (caso existam), aberturas e portas são unificadas em um único modelo.

Quase ao final, o grupo de definição do grid cria um grid de pontos, usando a geometria das lajes, posteriormente transformada em um Sensor grid que será atribuído ao modelo produzido pelo grupo anterior.

Por fim, em análise luminosa, essas informações são plotadas e ficam disponíveis a visualização da simulação de iluminância e irradiância de onde serão extraídas as informações para as variáveis IL e IR.

O indicador secundário de iluminação consistirá em uma média simples, assim disposta:

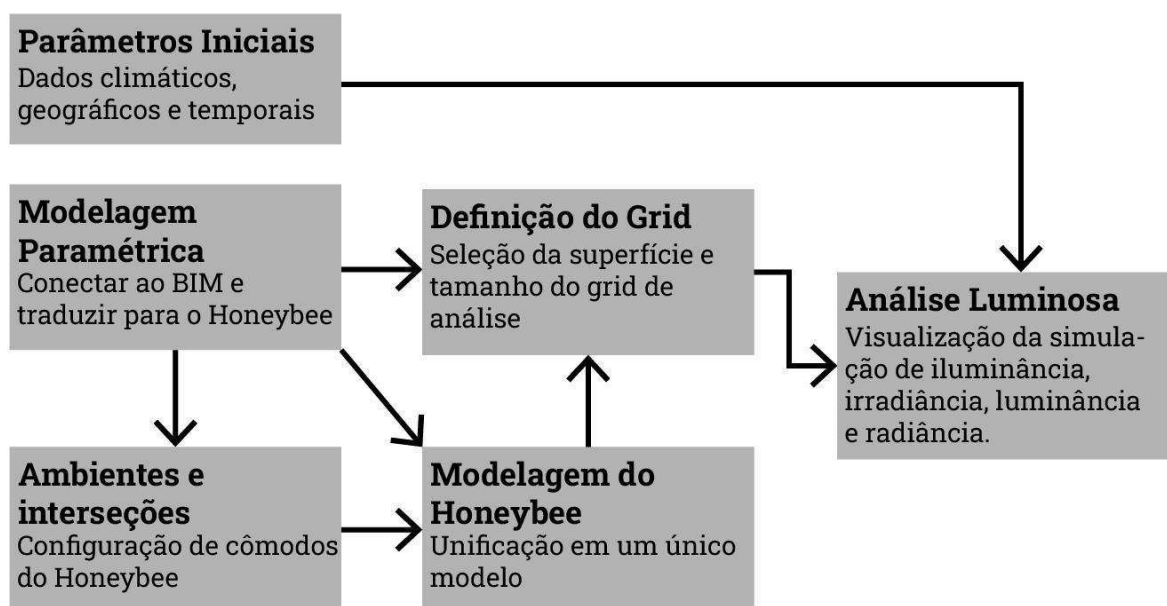
$$I_{IN} = (I_L + I_R)/2$$

I_{IN} = Indicador Secundário de Iluminação Natural

I_L = Variável de Iluminância

I_R = Variável de Irradiância

Figura 18 - Fluxograma do algoritmo de iluminação



Elaborado pela autora

Apesar de não ter sido incorporado ao indicador, também foi produzido um algoritmo de ventilação que utiliza análise fluidodinâmica computacional (CFD), possível a partir da utilização do plugin Butterfly, que cria e opera simulações CFD usando o OpenFOAM, capaz de extrair as pressões na habitação e a velocidade dos vetores de ventilação. (Ladybug Tools, 2017b) Este algoritmo é dividido em cinco grupos de operação, são eles: parâmetros iniciais; caso de simulação; malha de análise; solução; por fim, visualização. (Ver Figura 19)

O grupo de parâmetros iniciais neste algoritmo tem como função importar a geometria do BIM e traduzi-la para o Butterfly. Com o auxílio do plugin Archicad Live Connection, foram importados os elementos paredes, cobertas, pisos (lajes), portas, janelas de entrada de ar e saída de ar. Após este processo, é definido o vetor de vento, a partir de sua direção e velocidade. Por fim, é necessário ainda traduzir a geometria advinda do Archicad para Butterfly, para isso, os elementos são classificados como barreira ou limite (boundary), entrada de ar (inlet) ou saída de ar (outlet), para as geometrias inlet ou outlet é obrigatório a definição do vetor de vento.

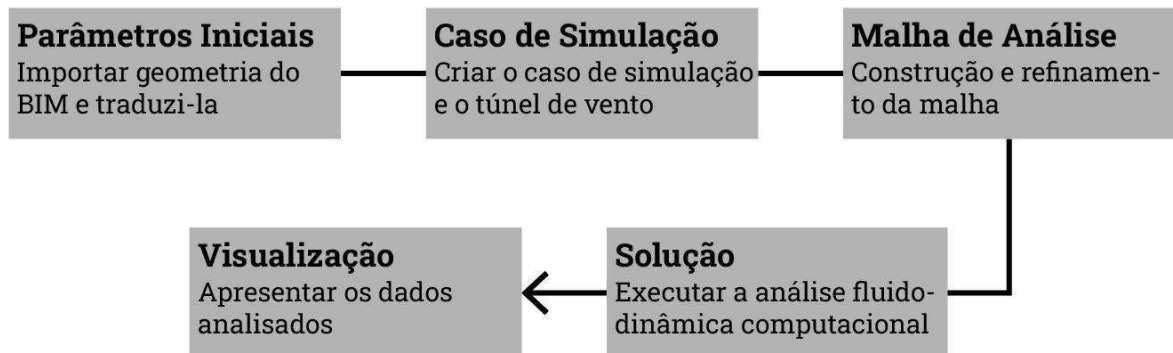
O grupo seguinte é o caso de simulação. Este tem a função de criar o caso de simulação e o túnel de vento a ser utilizado na análise, para isso, são utilizadas as barreiras definidas no grupo anterior e o vetor de vento. Neste grupo, também definem-se os parâmetros do túnel de vento.

A partir disso, o grupo malha de análise foca na construção e refinamento da malha de análise a ser utilizada na simulação de fluídos. Para atingir este objetivo, cria-se a malha a partir do túnel de vento definido pelo grupo anterior. Partindo desta malha, cria-se uma malha estruturada, e, enfim, refina-se essa malha final para que ela seja mais detalhada próximo ao objeto analisado.

O grupo solução foca em executar a análise fluidodinâmica computacional. Para isso, são definidos o fluxo dos fluídos e a quantidade tempo a ser gasto na análise (800 segundos).

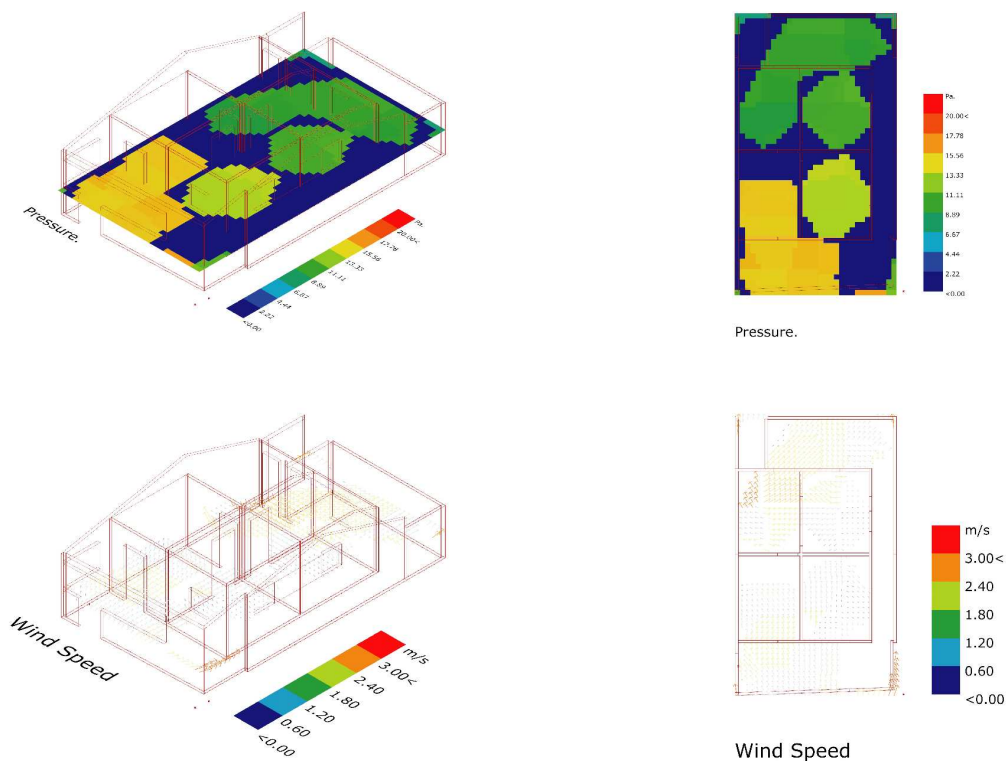
O último grupo, visualização, foca em apresentar os dados analisados. Finalmente, é definida a geometria dos vetores a serem utilizados na plotagem, estabelecida uma escala de tamanho para eles e um gradiente de cores que demonstra a intensidade dos fluxos. Na Figura 20, temos um exemplo das simulações produzidas, o restante das figuras estão disponíveis no Anexo 3.

Figura 19 - Fluxograma do algoritmo de ventilação



Elaborado pela autora

Figura 20 - Análise de Pressão e Velocidade dos Vetores de Ventilação da Casa 7



Elaborado por Caio Katsuo e autora

Em resumo, para o desenvolvimento deste indicador secundário, foram desenvolvidos dois algoritmos, um com foco em análise lumínica e outro com foco em simulação de fluidos, contudo apenas o de análise lumínica foi utilizado. O

algoritmo de iluminação é dividido em seis grupos: parâmetros iniciais, modelagem paramétrica, definição do grid, ambientes e interseções, modelagem do plugin Honeybee e, por fim, a análise lumínica. Já o algoritmo de ventilação é composto por cinco etapas, são elas: parâmetros iniciais, caso de simulação, malha de análise, solução e visualização. Para o indicador, foram selecionadas as variáveis de Iluminância (IL) e Irradiância (IR).

No capítulo a seguir, são explicados o processo de levantamento de campo e os resultados preliminares das habitações já levantadas para os quatro indicadores secundários já consolidados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo a seguir divide-se em quatro subtópicos: o primeiro aborda o processo e registro de dados, explica os critérios e procedimentos utilizados no levantamento em campo; o segundo subtópico traz os resultados dos indicadores gerados a partir dos dados coletados; o terceiro apresenta a simulação de intervenções na habitação 2 e a avaliação do comportamento dos indicadores em frente a possíveis melhorias; por fim, o quarto e último subtópico apresenta as discussões relacionadas aos resultados.

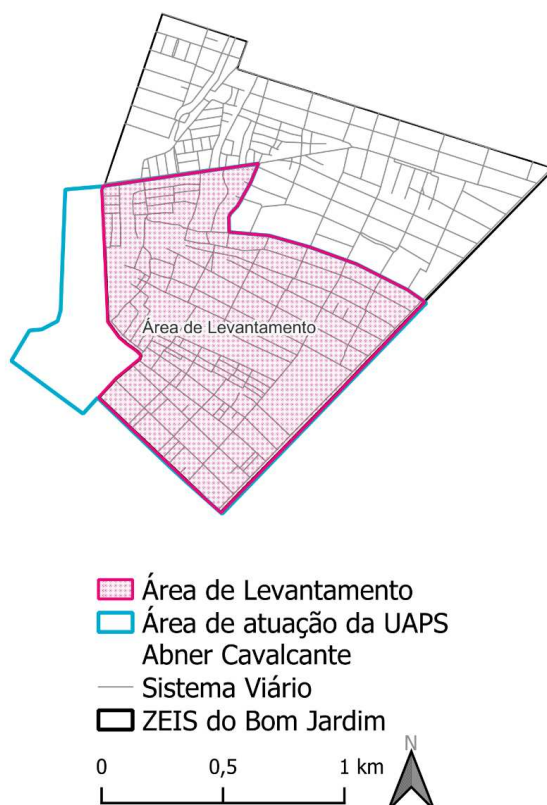
4.1. PROCESSO DE REGISTRO DOS DADOS

Para o levantamento de habitações em campo, foi desenvolvido um procedimento. Inicialmente, foi definida a área disponível para levantamento. A ZEIS do Bom Jardim foi a primeira variável de definição do perímetro disponível, devido sua presença significativa nos rankings de vários tipos de doença, como a COVID-19 e as arboviroses. Posteriormente, foram identificadas as Unidades de Atenção Primária à Saúde que atendem a ZEIS, são elas: a UAPS Argeu Herbster e a UAPS Dr. Abner Cavalcante.

A área de atendimento da UAPS Dr. Abner Cavalcante foi selecionada como segunda variável de definição da área, já que dentre as UAPS que atendem a área, ela é a única fisicamente dentro do território da ZEIS.

Por fim, como a intenção era incorporar os Agentes Comunitários de Saúde ao processo de seleção das casas, foi definido que a área de levantamento seria a intercessão da área de ZEIS e da área de atendimento da UAPS Dr. Abner Cavalcante, já que esta é a área de maior familiaridade dos ACS.

Figura 21 - Área de Levantamento



Elaborado pela autora | Fonte: SEUMA (2018); SMS (2023)

A segunda etapa do procedimento foi entrar em contato com os profissionais de saúde da UAPS selecionada. Um encontro presencial foi realizado, onde se apresentou a pesquisa e a área de levantamento selecionada para os ACS.

Os ACS foram, então, efetivamente associados ao processo de levantamento. Foi pedido a eles que selecionassem habitações preferencialmente térreas dentro de seu perímetro de atendimento que, baseado no conhecimento adquirido pela apresentação da pesquisa e na sua experiência com o território, eles julgassem com necessidade de avaliação.

Com base nas variáveis de cada indicador secundário posteriormente apresentados, um questionário com 12 perguntas foi produzido. (Ver Anexo 1)

A autora com a assistência de um estudante de graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará foram guiados por uma ACS para as habitações selecionadas, a maior parte dos percursos entre as casas e a UAPS aconteceu a pé. Ao chegar nas habitações, a agente apresentava a aluna e o assistente, a autora então lia, em voz alta, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou permitia que o participante lesse sozinho, dependendo da preferência dele. O TCLE discorre sobre o conteúdo da pesquisa, os procedimentos de levantamento utilizados, os objetivos do material coletado, os riscos e benefícios da pesquisa e as possibilidades de acompanhamento da pesquisa. (Ver Anexo 2) O participante da pesquisa ficava com o TCLE, sendo retornado à autora apenas a comprovação por assinatura do consentimento.

Após a leitura do TCLE e a declaração de consentimento por meio de assinatura, o aluno de graduação iniciava o processo de levantamento, realizando fotografias e coletando medidas. Concomitantemente, a autora aplicava as perguntas do questionário ligadas aos indicadores secundários de Infraestrutura Urbana e Ambiental e de Densidade com o participante, coletava o endereço da unidade habitacional e completava as perguntas ligadas aos demais indicadores com base na observação da habitação.

Posterior a visita, as informações coletadas por meio de questionário foram organizadas em uma tabela, com o auxílio do Google Planilhas, e modelos virtuais das habitações foram construídos em BIM, a partir do uso do Archicad, com base nas medidas e fotografias.

A partir do endereço informado, também foram identificados os setores censitários no qual se inserem cada habitação, com o auxílio de um *software* de geoprocessamento, o QGIS, permitindo a coleta, a partir do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, das seguintes variáveis do indicador secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental: Percentagem de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral do setor censitário no qual a habitação está localizada (P_1), Percentagem de domicílios particulares atendidos de esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou via fossa séptica do setor censitário no

qual a edificação está inserida (P_2) e Percentagem de domicílios particulares permanentes com lixo coletado do setor censitário no qual a habitação está inserida (P_3).

Com estas últimas variáveis, tornou-se possível calcular todos os indicadores secundários produzidos até agora, são eles: o Indicador Secundário de Qualidade Construtiva, o Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental, o Indicador de Densidade e o Indicador de Saneamento. Por fim, calculou-se o Indicador Complexo Preliminar.

4.2. RESULTADOS DOS INDICADORES

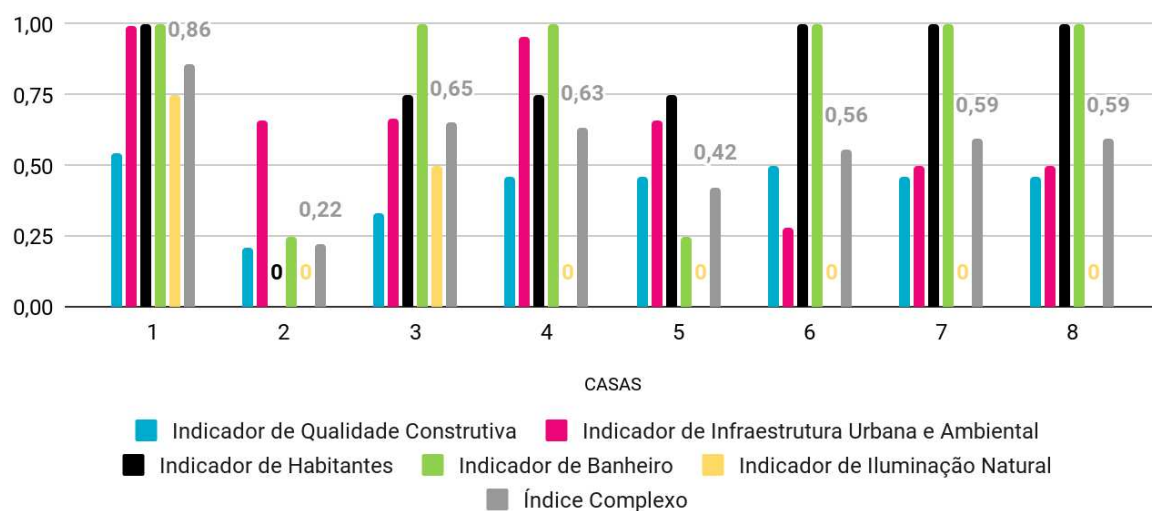
Oito habitações foram levantadas no total em seis dos setores censitários do recorte de levantamento, como é possível ver na Figura 22. Os resultados preliminares do Indicador Complexo variam entre 0,22 e 0,86. (Ver Gráfico 1)

Figura 22 - Habitações Levantadas por Setor Censitário



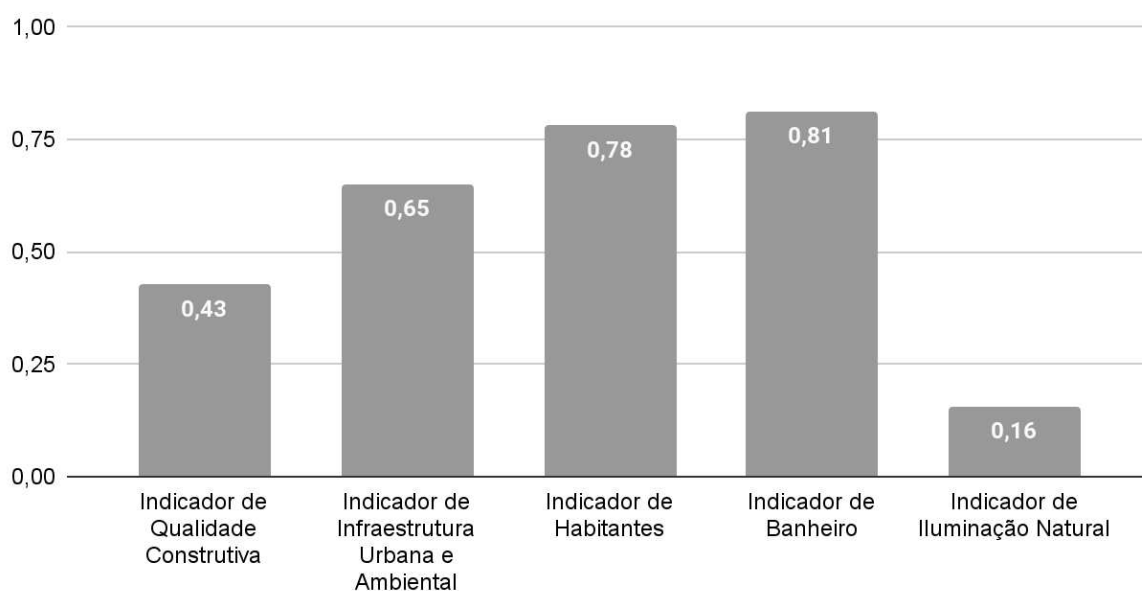
Elaborado pela autora | Fonte: IBGE (2010); Levantamento em campo

Gráfico 1 - Indicadores Secundários e Indicador Complexo por Habitação



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo

Gráfico 2 - Média dos Indicadores Secundários



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo

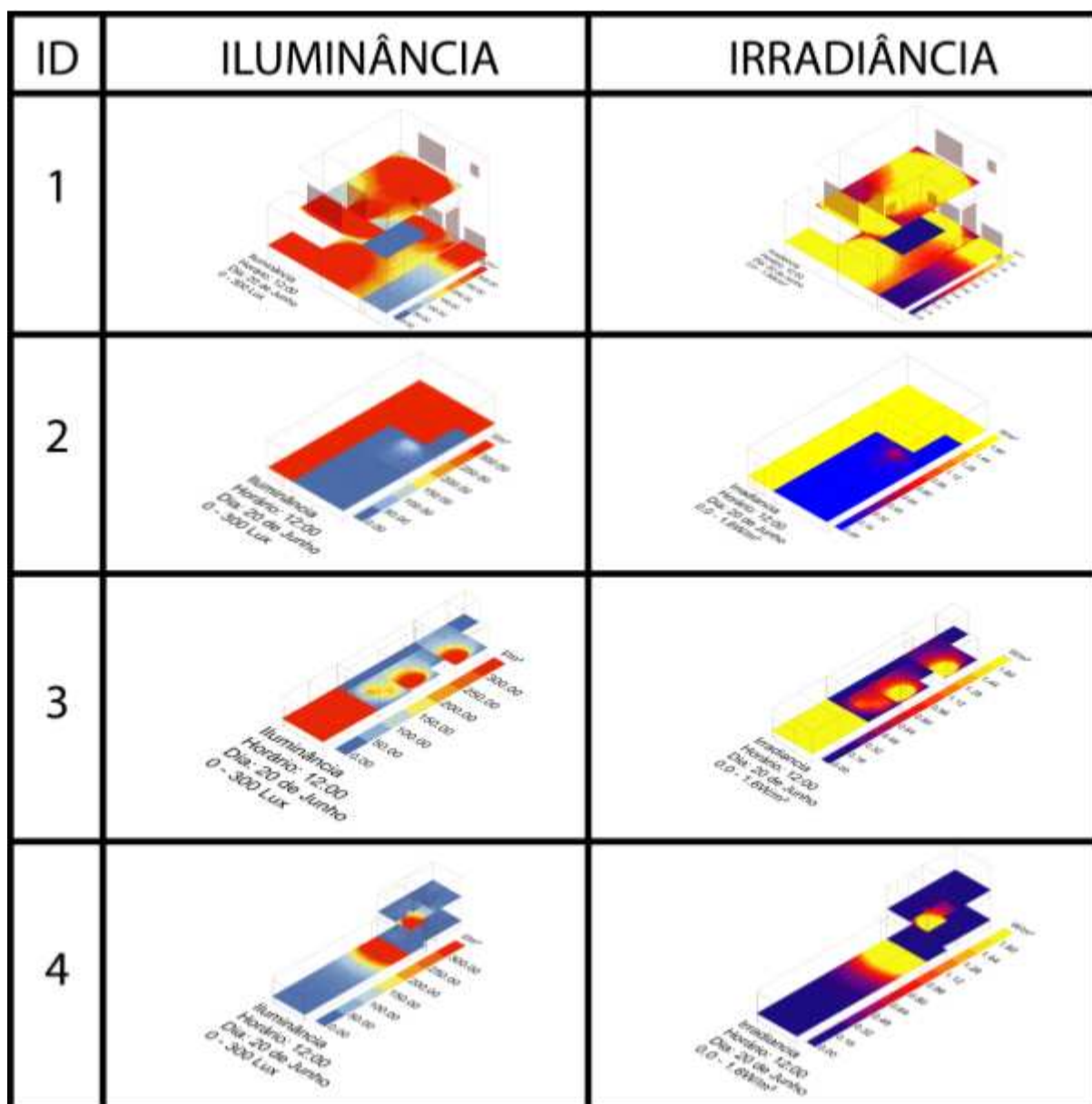
Como é possível ver nos Gráfico 1 e 2, o Indicador Secundário de Iluminação Natural apresentou notas entre 0 e 0,75, e a média mais baixa de 0,16, é possível perceber pelo Gráfico 1 que várias das casas obtiveram nota 0, o que indica uma situação de iluminação bastante precária. Já o Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental obteve notas, em sua maior parte, bastante positivas, com um intervalo de 0,28 e 0,99, a média resultou em 0,81. Em seguida, o Indicador Secundário de Saneamento apresentou a maior média de resultados com

0,81, seus resultados concentraram-se entre 0,25 e 1. Por fim, o Indicador Secundário de Densidade teve resultados que concentram-se majoritariamente entre 0,75 e 1, contudo, uma das habitações apresentou nota 0, a média dos resultados coletados foi 0,78.

Observando o indicador com média mais baixa, o de Iluminação Natural, podemos perceber que diversas das casas obtiveram nota 0. A autora interpreta este fato como conectados com os resultados da variável de Esquadria do Indicador de Qualidade Construtiva que, como pode ser visto a seguir, foram bastante baixos, mas também com a comum disposição das casas da ZEIS que ocupam seus lotes de uma lateral a outra, o que diminui a possibilidade de criação de esquadrias e da respectiva entrada de luz.

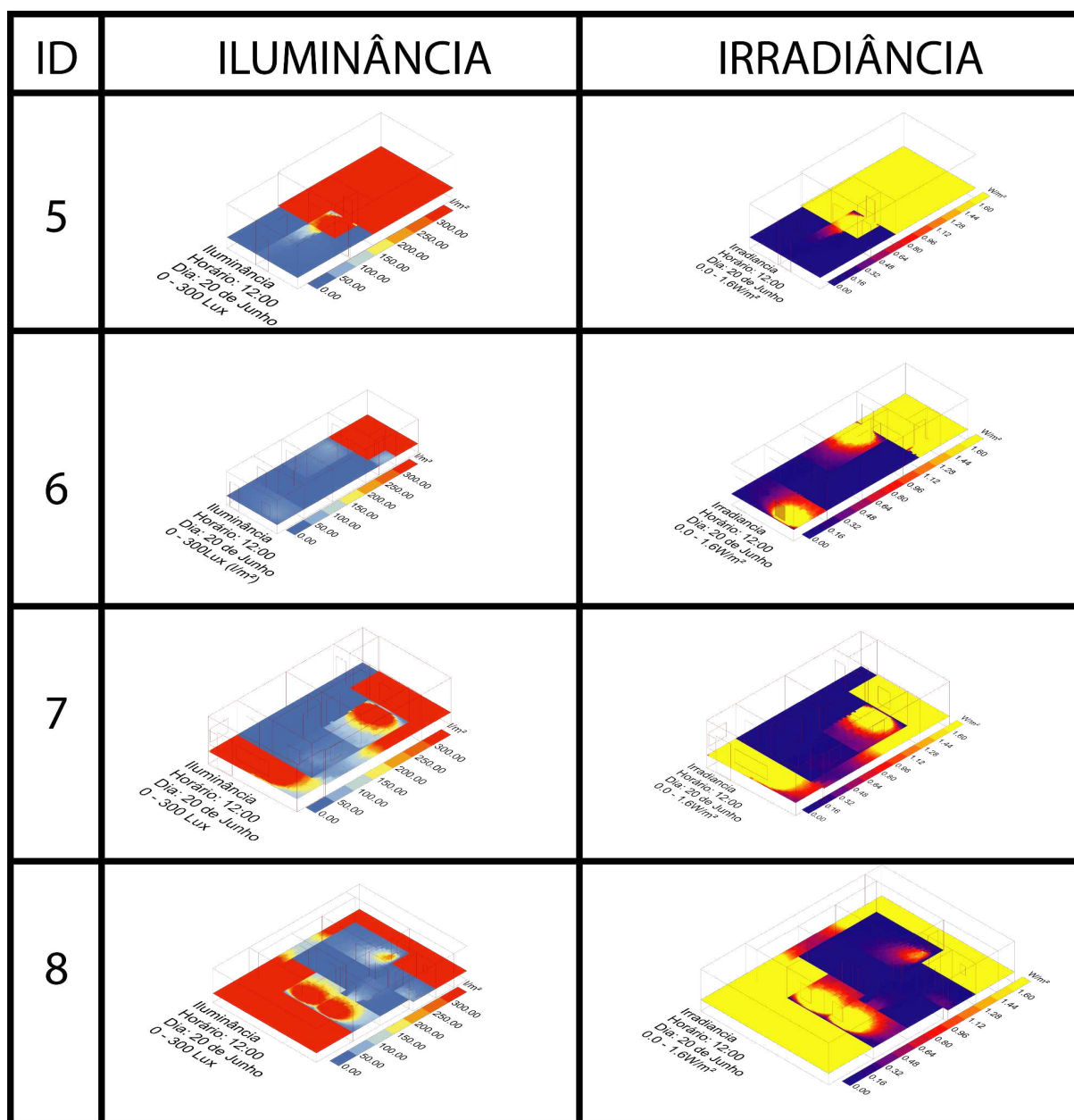
Nas Imagens 23 e 24 a seguir, é possível perceber que, com exceção das Casas 1 e 3, as simulações com nota 0 apresentam grandes áreas com baixa iluminância e irradiância.

Figura 23 - Simulações de Iluminação e Irradiância das Casas 1 a 4



Elaborado por Lygia Salgueiro e autora

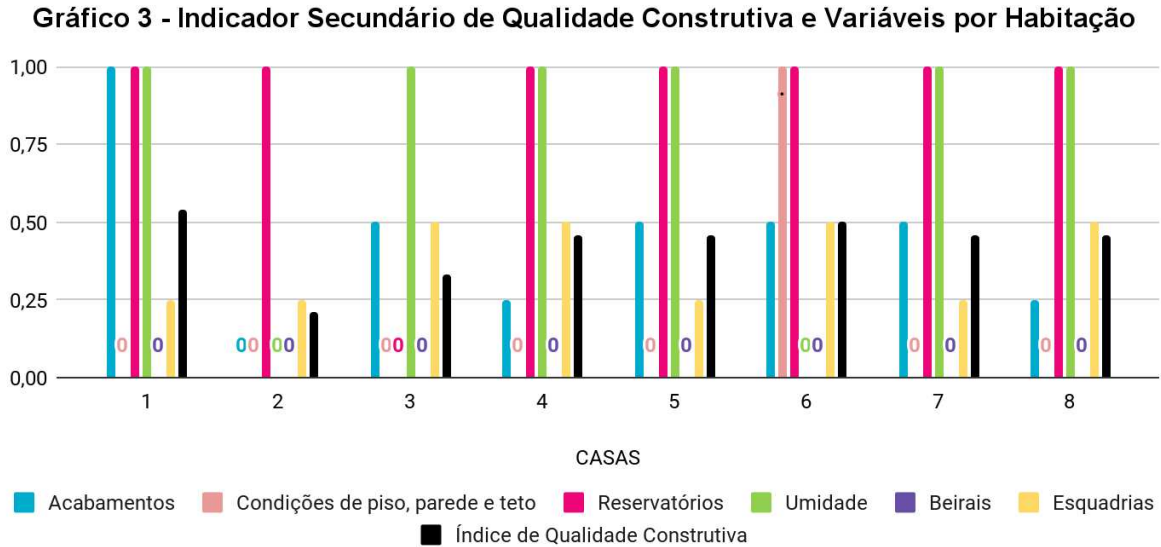
Figura 24 - Simulações de Iluminação e Irradiância das Casas 5 a 8



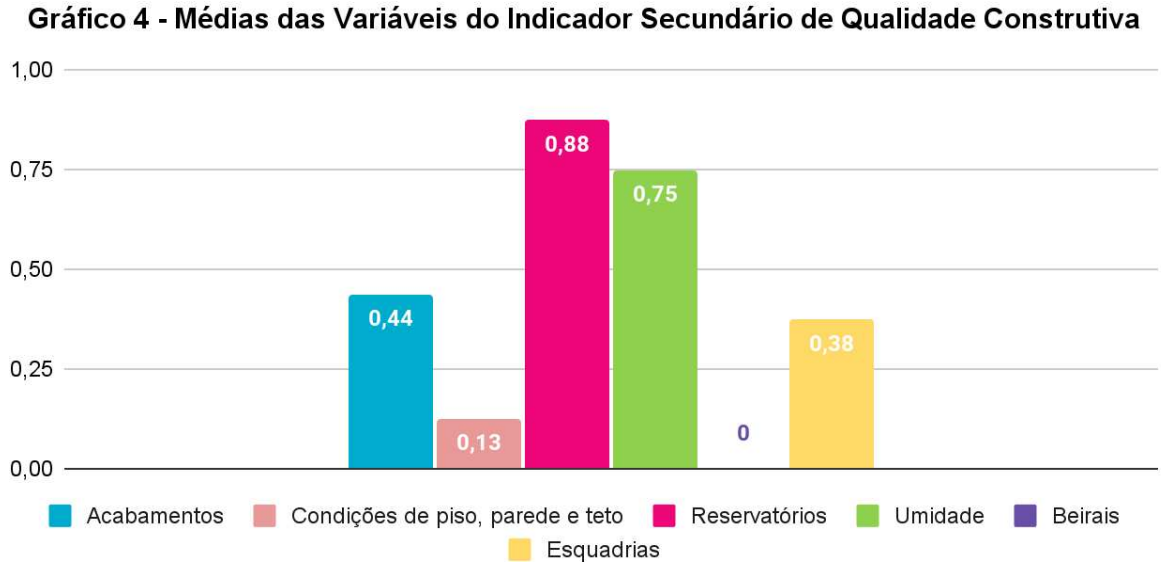
Elaborado por Lygia Salgueiro e autora

Analisando de maneira mais aprofundada o Indicador Secundário de Qualidade Construtiva, como é possível constatar nos Gráficos 3 e 4, as variáveis de Condições de piso, parede e teto e de Beirais Abertos foram significativas nos resultados deste indicador, todas as habitações levantadas até agora, com exceção da habitação 6, apresentaram nota 0 para ambas as variáveis. O que significa que a grande maioria das casas apresentaram fissuras no telhado, no piso ou nas paredes e todas possuíam beirais cujo madeiramento ficava exposto na parte externa da habitação, como é possível ver na Figura 25 que mostra buracos nas paredes do

dormitório da Casa 4 e na parede externa da Casa 2, também é perceptível o beiral aberto da Casa 2.



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo

Figura 25 - Fissuras e Beiral das Casas 2 e 4



Fonte: Acervo da autora

Ademais, as variáveis de Esquadrias e Acabamentos também foram relevantes na tendência de resultados mais baixos, conforme podemos ver no Gráficos 2 e 3, Esquadrias possui uma média de 0,35 e resultados que variam entre 0,25 e 0,50, já Acabamentos possui uma média de 0,45 e resultados entre 0 e 1.

Em relação a variável de Acabamentos, a manifestação em habitações com nota menor mais comum foi a de paredes sem reboco, contudo ocasionalmente trechos de habitações com pisos de terra também foram vistos, como é possível constatar na Figura 26.

Figura 26 - Acabamentos das Casas 2,3 e 5



Fonte: Acervo da autora

Sobre a variável de Esquadrias, nas casas com menor nota foram constatados vãos permanentemente abertos, como os cobogós das Casas 2 e 5, não foi constatada nenhuma casa sem aberturas para o exterior. As casas com maior nota neste quesito possuíam vãos com possibilidade de fechamento, como a porta da Casa 4. (Ver Figura 27)

Esses dados acabam por sugerir algumas interpretações sobre as prioridades, tendências naturais e, por vezes, a falta de informação dessas famílias nos seus processos de autoconstrução.

Por exemplo, é possível imaginar que as baixas notas da variável de Acabamento tenham conexão com o alto custo de revestimentos para paredes e com a escolha de grande parte das casas de deixar o madeiramento dos telhados expostos como maneira de amenizar a crítica situação de ventilação. De maneira semelhante, esquadrias de vidro tendem a ser mais caras que cobogós ou simplesmente fechar aberturas com tábuas de madeira.

Figura 27 - Vãos das Casas 2,4 e 5

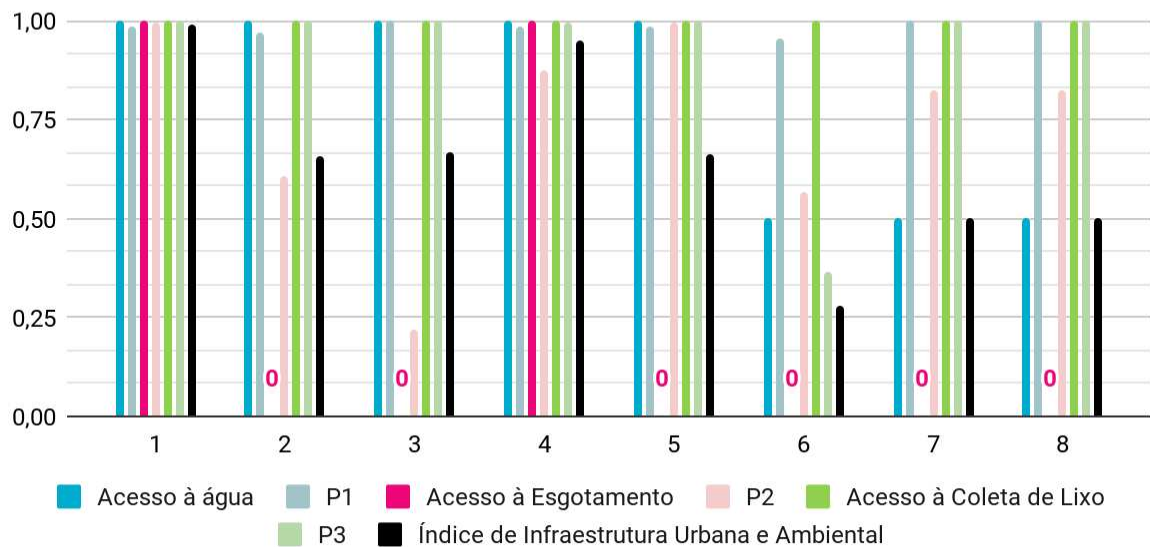


Fonte: Acervo da autora

Observando o Gráfico 5, é possível constatar, conforme esperado, que às variáveis relacionadas a esgoto foram as maiores responsáveis pela queda das notas do Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental, seis das oito casas levantadas possuíam métodos alternativos de saneamento que não esgoto por rede geral ou fossa séptica. Além disso, as três menores notas do levantamento também apresentaram interrupções esporádicas no serviço de água, o que também adicionou para a diminuição das notas.

As demais variáveis relacionadas à coleta de lixo foram em sua grande maioria muito próximas de 1, já que a maior parte do território da ZEIS possui, de fato, coleta seletiva de lixo, a única exceção é a casa 6 que está dentro do setor censitário que compreende a comunidade Marrocos e que possui baixo atendimento de coleta de lixo.

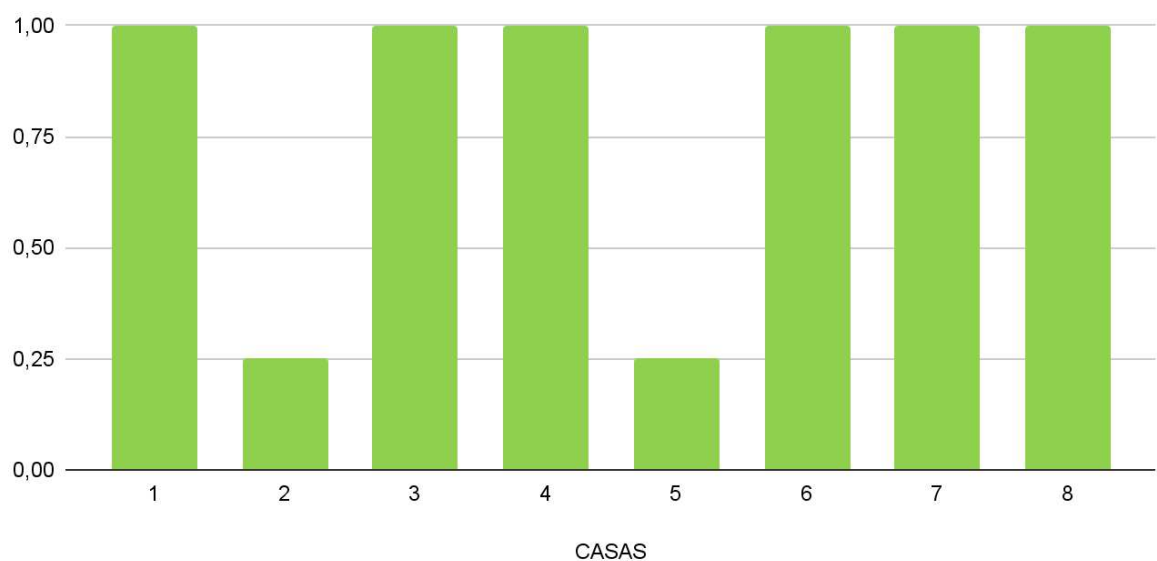
Gráfico 5 - Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental e Variáveis por Habitação



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo; IBGE (2012)

Como pode-se observar no Gráfico 6, o Indicador Secundário de Saneamento alternou entre resultados de 0,25 e 1. O que determinou as notas mais baixas foi a ausência de vasos com descarga, tanto a casa 2 como a 5 possuíam bacias sanitárias, contudo não apresentavam caixa de descarga. (Ver Figura 28)

Gráfico 6 - Indicador Secundário de Banheiro por Habitação



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo

Figura 28 - Banheiros das Casas 2 e 5

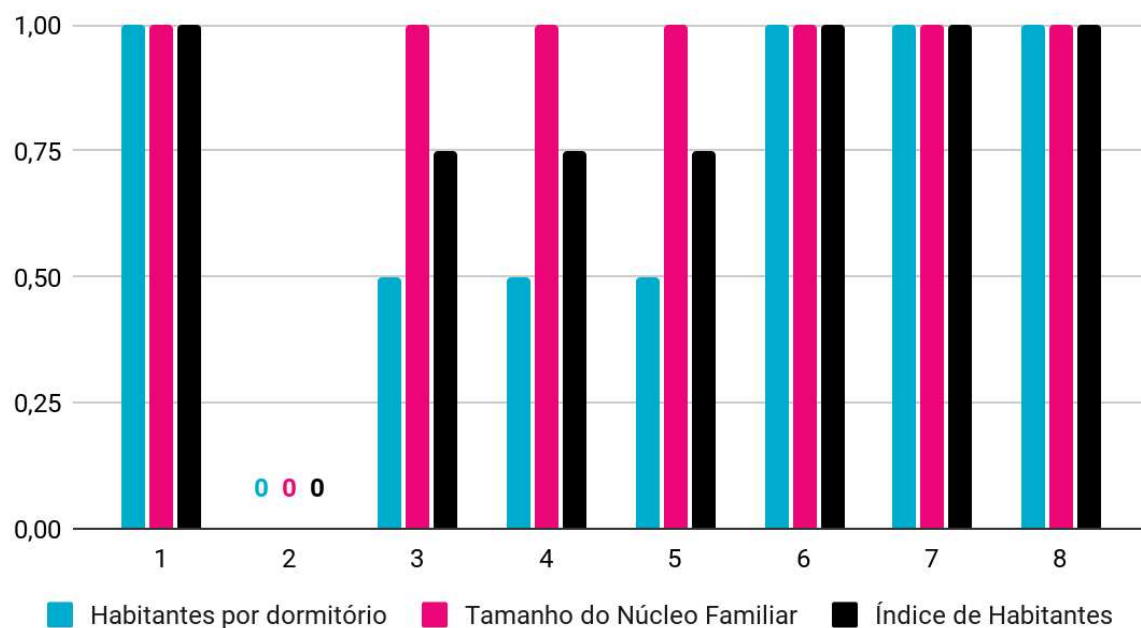


Fonte: Acervo da autora

Por fim, como é possível constatar no Gráfico 7, a variável que mais causou variações nos resultados do Indicador Secundário de Densidade foi a de Habitantes por Dormitório. Metade das habitações apresentaram notas mais baixas na variável de Habitantes por dormitório. Três delas obtiveram nota 0,50 na variável, o que indica uma aglomeração média na habitação com 2 a 3 pessoas por dormitório.

A habitação 2 levou nota geral 0 no indicador de Densidade, pois possui mais de 3 habitantes por dormitório e mais de um núcleo familiar maior que 4 pessoas.

Gráfico 7 - Indicador Secundário de Habitantes e Variáveis por Habitação



Elaborado pela autora | Fonte: Levantamento em campo

Por fim, é possível perceber que o Indicador Complexo e, especialmente, os indicadores secundários foram capazes de apresentar avaliações complexas sobre questões diversas das habitações levantadas. Provendo uma ampla gama de informações no caso de necessidade de intervenção ou avaliação.

No próximo capítulo, serão simuladas intervenções na habitação 2, que obteve as notas mais baixas do levantamento, com a intenção de observar se os indicadores são capazes de capturar as melhorias.

4.3. AVALIAÇÃO DO INDICADOR

Para atender ao quarto objetivo específico, que consiste na avaliação dos indicadores construídos, foi decidido simular intervenções em uma das habitações para observar se eles são capazes de quantificar a melhora promovida pelas reformas propostas.

A habitação selecionada foi a 2, escolhida devido suas notas baixas. Esta casa teve como nota geral do Indicador Complexo de 0,22. Dentre os seus indicadores secundários, Qualidade Construtiva obteve nota 0,21, Infraestrutura Urbana e Ambiental teve 0,66, Densidade e Iluminação Natural receberam 0 e Saneamento recebeu nota 0,25.

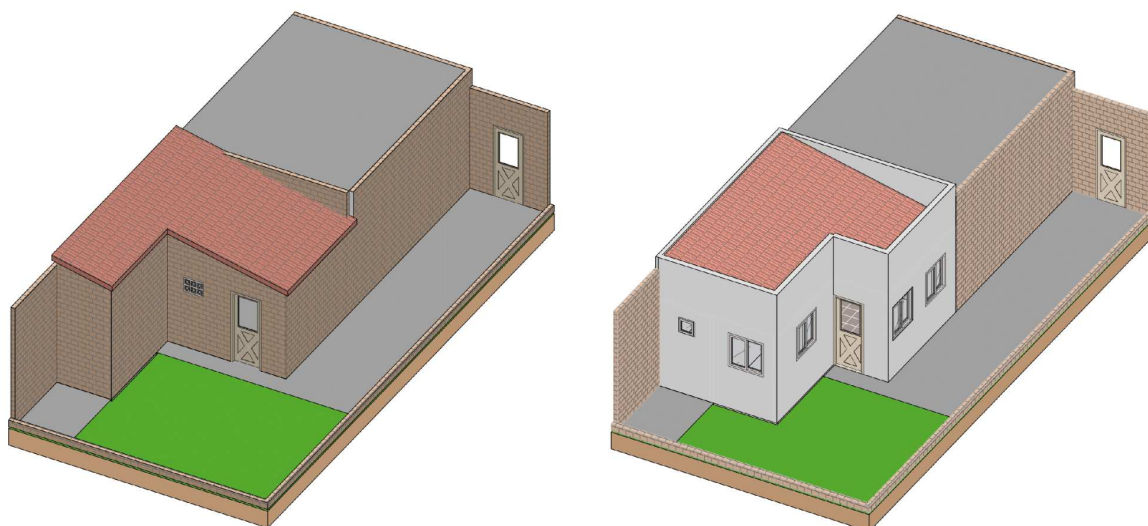
Esta habitação é, essencialmente, um cômodo com banheiro de aluguel aos fundos de uma outra residência e comporta uma família de 5 pessoas, a habitação não possui revestimento nas paredes, o telhado é exposto e a casa possui diversas fissuras e buracos, além de problemas com o banheiro e com iluminação.

A partir dos dados originais, percebeu-se que as variáveis com avaliação mais crítica foram: Acabamentos, Condições de Piso, Parede e Teto, Umidade, Esquadrias e Beirais Abertos do Indicador de Qualidade Construtiva; Habitantes por Dormitório do Indicador de Densidade; a ausência de vaso sanitário com descarga no Indicador de Saneamento; e, por fim, a ausência de iluminância e irradiância no Indicador de Iluminação Natural. (Ver Figura 29)

Figura 29 - Casa 2 Original e Reformada

CASA 2 ORIGINAL

CASA 2 REFORMADA



Elaborado pela autora

Para sanar os problemas de Qualidade Construtiva, foi proposto que as paredes sejam rebocadas e pintadas e que a casa recebesse um forro de gesso, com a intenção de sanar os problemas indicados pelas variáveis Acabamento e Condições de Piso, Parede e Teto.

Também foi proposto que a casa recebesse novas janelas de vidro e que a única esquadria da casa, um cobogó, seja retirada, já que não permite regulação de quando abrir ou fechar, estas intervenções têm função de melhorar os resultados da

variável de Esquadria e Umidade. Por fim, foi proposto uma platibanda para o telhado, para sanar a variável de Beirais Abertos.

Para mitigar o problema do Indicador de Densidade foi proposto um novo cômodo que possa receber uma ou duas das crianças da família durante a noite, a área limitada do lote impediu a criação de um terceiro ambiente, que seria a situação ideal para esta família.

Com foco no Indicador de Saneamento, foi proposta a adição de um vaso sanitário com descarga e, tal como o restante da casa, também foi proposto a adição de revestimento nas paredes e no piso.

Para sanar os problemas indicados pelo Indicador de Iluminação Natural, foi proposta a abertura de três novas janelas, duas na área principal de convivência da família e uma no novo cômodo da casa.

Foi decidido não alterar nada relativo ao Indicador de Infraestrutura Urbana e Ambiental, já que a conexão com esses serviços depende de ações do Poder Público e não individualmente daquela habitação.

Observando o Gráfico 8, é possível perceber crescimento em todos os indicadores secundários que receberam intervenção. O indicador de Qualidade Construtiva passou de 0,21 para 0,83, indicando uma melhora de 62% para a habitação.

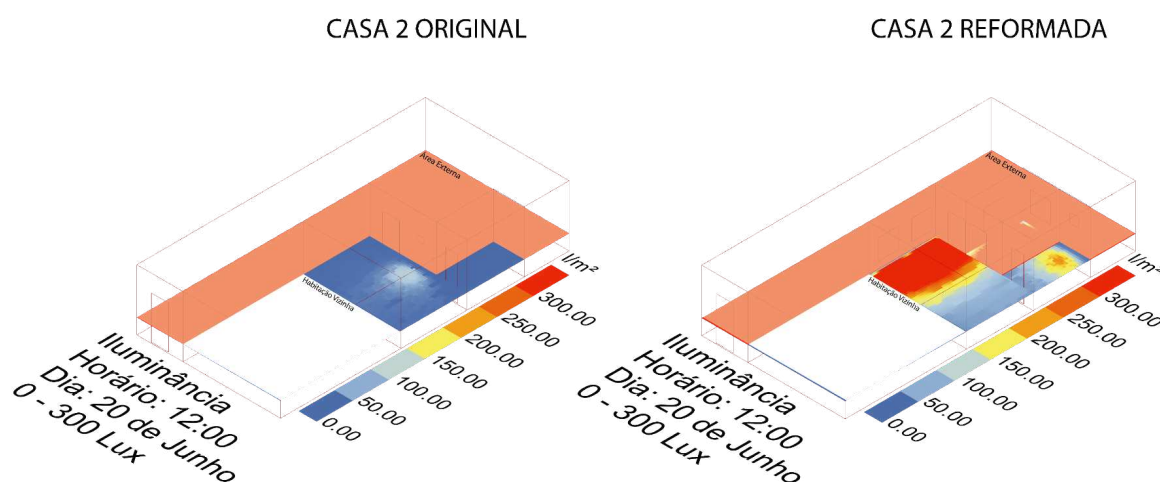
Todas as variáveis deste indicador passam a 1 após as intervenções, com exceção da variável de Umidade, apesar da abertura de novas esquadrias ajudar a sanar este problema, só seria possível afirmar que ele foi resolvido após observação da casa com as novas alterações, já que problemas de umidade também podem ser estruturais da casa e não apenas ligados a ausência de iluminação e ventilação natural.

O indicador de Densidade cresce 25% e sai de 0 para 0,25, esta família tem um núcleo familiar considerando grande (acima de 4 pessoas) e mesmo aumentando a quantidade de cômodos, ainda vai existir um quarto que precisa ser dividido entre três membros da família, o que configura uma aglomeração média. O indicador consegue indicar uma clara melhora a partir da intervenção, mas também consegue indicar que apenas ela não é suficiente.

O indicador de Saneamento salta de 0,25 para 1, o maior problema relacionado a este indicador na casa original é a ausência de vaso sanitário com descarga, com a proposição de sua adição, considerando que a casa já possui uma pia para o banheiro, este indicador passa a 1. O indicador apresentou um crescimento de 75%.

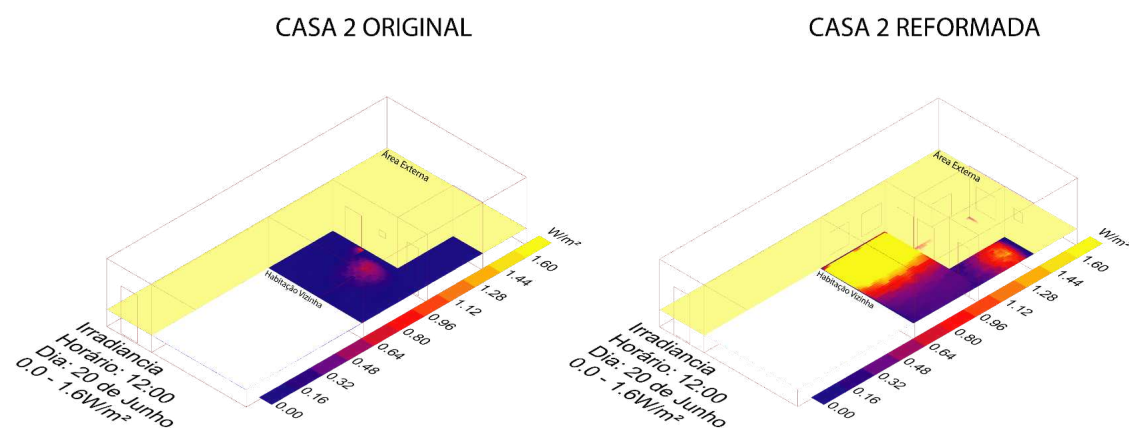
Já o Indicador de Iluminação Natural apresenta que, com as novas janelas, a casa passa a ter pelo menos 50 lux e pelo menos 0,3 W/m² em toda a sua extensão. Fazendo a nota subir e passar a ser 0,75. (Ver Imagens 30 e 32)

Figura 30 - Comparação de Iluminância da Casa 2



Elaborado por Lygia Salgueiro e autora

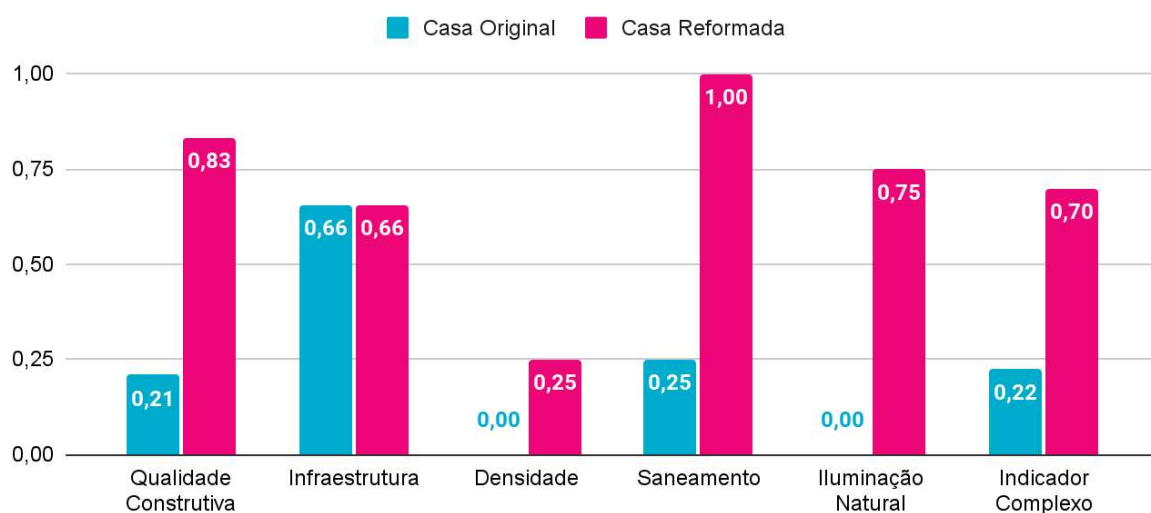
Figura 31 - Comparação de Irradiância da Casa 2



Elaborado por Lygia Salgueiro e autora

Por fim, o Indicador Complexo sai de 0,22 para 0,70, um crescimento de 48% nas condições da casa como todo. A autora conclui que o indicador complexo e os indicadores secundários foram capazes de quantificar a melhora provida pelas possíveis intervenções e as limitações para uma melhoria ainda maior.

Gráfico 8 - Comparação entre a Casa 2 Original e Reformada



Elaborado pela autora

4.4. DISCUSSÕES

Por fim, finalizando este capítulo, este subtópico apresenta reflexões sobre as contribuições dos indicadores elaborados e da pesquisa, as considerações serão abordadas a partir do ponto de vista das políticas de saúde pública e das ZEIS.

Inicialmente, as ferramentas elaboradas nesta pesquisa tinham como motivação suprir uma lacuna sobre salubridade dentro das políticas de ZEIS 1 já estabelecidas. Os indicadores elaborados possuem um grande potencial de minimizar esse problema, mitigando a ausência de consideração dos dados de saúde nos processos de urbanização de ZEIS, além de prover ferramentas que auxiliam no diagnóstico do território, o que pode ser útil para a determinação de prioridades e identificação de áreas de intervenção em políticas de melhoria habitacional.

Contudo, ao final desta pesquisa, constata-se também a possibilidade de aplicação destes indicadores como parte do processo de definição de novas ZEIS,

complementando informações sociais, históricas e culturais com as de salubridade do território.

Para abordar as possíveis contribuições dos indicadores às políticas de saúde pública como um todo, é necessário abordar um pouco sobre a territorialização da Política Nacional de Atenção Básica (Ministério da Saúde, 2012), base da Estratégia Saúde da Família que rege as instalações de saúde do país.

As recomendações para definição de população atendida e área de atendimento presentes no PNAB são bastante escassas. Em termos de atendimento, o documento afirma que a gestão municipal deve garantir que Unidades Básicas de Saúde sem Saúde da Família atendam, no máximo, 18 mil habitantes e, no caso de possuírem Saúde da Família, 12 mil.

Já a definição da área de atuação do território e a manipulação e aplicação dos dados populacionais cabe às equipes de cada UBS. Isso resulta muitas vezes, como visto em campo, em áreas de atuação fluídas, sem critérios claros e, por vezes, em vazios de cobertura do serviço, além disso, a aplicação dos dados coletados muitas vezes não acontece.

Os indicadores elaborados podem funcionar como uma ferramenta para essa demanda do PNAB, provendo uma maneira de visualização dos dados, servindo de possível embasamento para a territorialização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa insere-se dentro do debate sobre as relações entre o ambiente construído e a saúde pública, e trata, mais especificamente, sobre habitações de baixa renda em situação de vulnerabilidade, onde enfermidades importantes costumam reincidir. O estudo reconhece que o ambiente, especialmente o ambiente domiciliar, possui influência na capacidade de proteção e resposta contra doenças, por isso, ele parte do questionamento de como intervenções edilícias podem contribuir para a prevenção de disseminação de doenças em unidades habitacionais em áreas de interesse social. Ligado a isto, o objetivo principal consiste em desenvolver uma metodologia para avaliação de salubridade e habitabilidade de residências de ZEIS, por meio de indicadores de habitação saudável.

Para isso, foram instituídos quatro objetivos específicos, organizados em quatro fases, totalizando seis atividades, todas concluídas.

As duas primeiras fases (Fase de conscientização do problema e Fase de Sugestão) tiveram como foco atender ao objetivo de investigar as relações entre Ambiente Construído, com foco em unidades habitacionais em áreas de interesse social, e Saúde Pública (Objetivo I). Duas atividades foram realizadas para atingi-lo, a primeira foi a realização de uma revisão sistematizada da bibliografia que aborda indicadores urbanos e fatores de saúde, os produtos desta revisão consistiram nos conteúdos do capítulo 2.

Foi possível, também, cumprir a segunda atividade proposta pela pesquisa, a de criar um framework de habitação saudável, realizado a partir de pesquisa bibliográfica e exposto como produto no capítulo 1, subitem 1.1. Ambiente Construído e Saúde: Bases Conceituais. A partir dos dados da revisão, identificou-se características habitacionais e urbanas consideradas pela academia como importantes na manifestação de COVID-19, doenças tropicais negligenciadas e arboviroses, e também se foi capaz de categorizá-las em cinco grupos: qualidade construtiva; infraestrutura urbana e ambiental; saneamento; densidade; e iluminação natural e ventilação. A finalização dessas duas atividades conclui o Objetivo I.

A terceira fase da pesquisa (Fase de desenvolvimento) foca no cumprimento de dois objetivos: o de construir uma base de dados com as informações coletadas

da área de análise (Objetivo II) e o de desenvolver um conjunto de indicadores voltado para a avaliação e orientação de intervenções edilícias voltadas para a prevenção de disseminação de doenças. (Objetivo III) Para atender ao objetivo II, realizou-se uma pesquisa documental dos dados institucionalizados da área de estudo, onde se coletou dados de infraestrutura (água, saneamento e coleta de lixo) do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, dados de atendimento em saúde (localização e área de atuação das UAPS) e dados de legislação (material sobre a ZEIS do Bom Jardim), foram produzidos mapas e análises a partir disto apresentados no capítulo 1, subitem 1.2.1 A ZEIS do Bom Jardim. Essas informações permitiram que se definisse a área disponível para levantamento e construísse uma parte do indicador secundário de infraestrutura urbana e ambiental, além da compreensão da área de estudo.

Foi realizado, também, um levantamento em campo de unidades habitacionais da área de estudo. No total, oito habitações foram levantadas em campo, para isso, foi definida a área, elaborado o questionário e o termo de consentimento livre e esclarecido e estabelecido o contato com agentes comunitários de saúde. Cada habitação teve seu modelo 3D gerado e avaliações lumínicas feitas, por fim, as informações coletadas pelo levantamento foram organizadas em gráficos e tabelas.

Deste modo, as duas atividades planejadas para este objetivo foram completadas e como produto foram obtidos análises e mapas da área de estudo, presentes no capítulo 1, e as informações dos indicadores de cada casa, presentes no capítulo 4.

Para atender ao objetivo III, foi desenvolvido um algoritmo que correlacione características edilícias com fatores de saúde. Para isso, foram elaborados cinco indicadores secundários, foram eles: Indicador Secundário de Qualidade Construtiva, Indicador Secundário de Infraestrutura Urbana e Ambiental, Indicador Secundário de Saneamento, Indicador Secundário de Iluminação Natural e Indicador Secundário de Densidade. O cálculo dos indicadores secundários existentes e do índice complexo preliminar foram obtidos com a utilização do Google Planilhas e do software de georreferenciamento, *QGIS*, com exceção do Indicador Secundário de Iluminação Natural, que, além destes softwares, utilizou o *Rhinoceros* e o

Grasshopper. A atividade e objetivo, portanto foram concluídos, seus produtos configuraram nos gráficos e análises presentes no capítulo 4.

O objetivo de aplicar os indicadores a partir da elaboração de um algoritmo (Objetivo IV) foi produzido a partir da simulação de intervenções na habitação 2, que obteve as piores notas, foram propostas a adição de revestimentos, a criação de um novo cômodo, a aquisição de um vaso sanitário com descarga e de três janelas de vidro. A partir das alterações, houve uma melhora significativa no Índice Complexo que saiu de 0,22 para 0,70.

O Indicador de Qualidade Construtiva subiu de 0,21 para 0,83, o de Densidade passou de 0 a 0,25, o de Saneamento saiu de 0,25 para atingir a nota máxima de 1 e o de Iluminação Natural subiu de 0 para 0,75.

A partir destes resultados concluiu-se que os Indicadores Secundários foram capazes de apontar o quanto as intervenções melhoraram as condições de salubridade da casa 2 e quais variáveis ainda necessitam de intervenção, configurando uma metodologia de avaliação de habitação complexa com diferentes âmbitos da unidade habitacional. O que configura o Objetivo IV como concluído, seus produtos, que configuram em gráficos, simulações e análises, estão presentes no capítulo 4, no subitem 4.1. Avaliação do Indicador. A aplicação da metodologia e os objetivos alcançados estão dispostos na tabela 8, a seguir.

Tabela 8 - Fases, objetivos, atividades e produtos

FASE	OBJETIVOS	Nº	ATIVIDADE	PRODUTOS
i. Fase de conscientização do problema	I. Investigar as relações entre Ambiente Construído, com foco em unidades habitacionais em áreas de interesse social,	1	Realizar uma revisão sistematizada da bibliografia que aborda indicadores urbanos e fatores de saúde	Capítulo 2 - Ambiente Construído e Saúde: Os Indicadores

FASE	OBJETIVOS	Nº	ATIVIDADE	PRODUTOS
ii. Fase de Sugestão	e Saúde Pública;	2	Criar um framework de habitação saudável	Framework de habitação saudável (Parte do Subitem 1.1 - Ambiente Construído e Saúde: Bases Conceituais do Capítulo 1 - Ambiente Construído: Conceitos e Estudo de Caso)
iii. Fase de desenvolvimento	II. Construir uma base de dados com as informações coletadas da área de análise;	1	Realizar uma pesquisa documental dos dados institucionalizados da área de estudo	Subitem 1.2 - Ambiente Construído em Questão: ZEIS do Capítulo 1 - Ambiente Construído: Conceitos e Estudo de Caso
		2	Realizar um levantamento em campo	Subitem 4.1. Processo de Registro de

FASE	OBJETIVOS	Nº	ATIVIDADE	PRODUTOS
			unidades habitacionais da área de estudo	Dados e 4.2. Resultados dos Indicadores do Capítulo 4 - Resultados e Discussões
	III. Desenvolver um conjunto de indicadores voltado para a avaliação e orientação de intervenções edilícias voltadas para a prevenção de disseminação de doenças;	3	Desenvolver um algoritmo que correlacione características edilícias com fatores de saúde	Capítulo 3 - O Indicador Composto
iv. Fase de avaliação	IV. Aplicar os indicadores, a partir da elaboração de um algoritmo, utilizando um programa editor de planilhas, um software de	1	Simular intervenções e reaplicar o algoritmo com as unidades habitacionais levantadas da área de análise com menores	Subitem 4.3. - Avaliação do Indicador do Capítulo 4 - Resultados e Discussões

FASE	OBJETIVOS	Nº	ATIVIDADE	PRODUTOS
	georreferenciamento, um programa CAD e uma Interface Visual de Programação (IVP)		resultados iniciais	

Elaborado pela autora

Sobre os resultados obtidos, o Indicador Secundário de Iluminação Natural foi o que teve média mais baixa, seguido respectivamente por Qualidade Construtiva, Infraestrutura Urbana e Ambiental e Saneamento.

O Indicador Secundário de Iluminação Natural demonstrou uma grande deficiência das habitações levantadas em relação a iluminação com apenas duas das casas obtendo notas acima de 0.

Sobre o indicador de Qualidade Construtiva, as variáveis mais importante para as notas foram as condições de piso, parede e teto, ou seja, a presença de fissuras ou buracos nestes elementos construtivos, e a presença de beirais abertos, aqueles cujo madeiramento aparece na parte externa da casa.

Já o atributo mais proeminente do indicador de Infraestrutura Urbana e Ambiental e que foi responsável pelos resultados mais baixos é a ausência de Esgoto. Em relação a Saneamento, a característica identificada que levou a algumas habitações a terem notas menores foi a utilização de vasos sem descarga. Enfim, na categoria de Densidade, o problema mais identificado foi a quantidade de habitantes por dormitório ter sido considerada como aglomeração intermediária ou avançada.

No que se refere às contribuições teóricas, esta dissertação apresenta-se dentro de um tema bastante explorado, qual seja, as relações entre saúde e ambiente, contudo, poucos são os materiais produzidos fora da esfera das ciências de saúde, os autores da maior parte dos artigos presentes são médicos ou outros profissionais de saúde. É de extrema importância que os profissionais de construção

civil, arquitetos e engenheiros, como especialistas do ambiente construído, insiram-se nesse debate para complementá-la e diversificá-la e esta pesquisa cumpre em parte este papel.

Ademais, em relação a interseção da produção de indicadores e saúde, é possível perceber a partir das Imagens 12 a 15, que, por mais completos e inovadores que sejam os materiais produzidos até então, nenhum artigo fez interseção com todos os grupos de análise, os materiais produzidos nesta dissertação visam contribuir para preencher essa lacuna.

Já sobre as contribuições práticas da pesquisa, a dissertação propõe não apenas um método de levantamento baseado primordialmente em perguntas, o que o torna mais rápido de realizar, mas também estabelece uma metodologia de seleção de habitações baseada no contato com os Agentes Comunitários de Saúde, garantindo uma visão multidisciplinar e validação social para a escolha das casas a serem analisadas.

Quatro limitações foram consideráveis durante o processo de desenvolvimento da pesquisa, a primeira delas é comum a todos os pesquisadores atuais: a desatualização dos dados do Censo. Apesar de o Censo 2022 do IBGE já ter sido coletado e alguns dados já estarem sendo divulgados, os dados de setor censitário (utilizados nesta dissertação) ainda não estão disponíveis. A segunda foi a escassez de dados em relação a iluminação natural e ventilação, a ausência de métricas impediu que as análises de ventilação fossem incorporadas ao indicador de Iluminação Natural e ao Indicador Composto.

A terceira limitação foi a disponibilidade dos ACS, apesar da grande contribuição para este trabalho, sua agenda complexa de trabalho e a limitação da extensão e acessibilidade do território acabaram por diminuir as possibilidades de expansão do número de casas levantadas.

A última limitação do trabalho consistiu no número de base de dados utilizada para a revisão bibliográfica, foram selecionadas duas bases para revisão: CuminCAD e Scopus, contudo, rapidamente foi perceptível que a base CuminCAD não possui trabalhos suficientes para o escopo do assunto. Para futuras expansões da pesquisa, configura-se necessário a utilização de outra base de dados.

Por fim, como possíveis desdobramentos, vislumbra-se a possibilidade de validação e aplicação do indicador em outras ZEIS de Fortaleza. Ademais, o foco do levantamento de campo foi de habitações térreas e de uso exclusivamente habitacional, novas percepções seriam possíveis a partir da expansão para casas com mais de um pavimento e de uso misto.

A autora também percebe os temas de Iluminação Natural e Ventilação como grande potencial de futuras pesquisas, ambos são temas complexos que, com maior aprofundamento, talvez seja possível criar um indicador de avaliação voltado para saúde com mais variáveis.

Enfim, conclui-se que esta dissertação contribui com a promoção de ambientes mais saudáveis, acessíveis e justos, ao fornecer ferramentas para a avaliação de habitações de uma comunidade vulnerável, como é a ZEIS do Bom Jardim, entendendo que o direito à moradia vai muito além da simples posse da terra. Por fim, este trabalho contribui com o debate que intersecciona os temas ambiente construído e saúde pública, reforçando a necessidade de que é necessário pensá-los em conjunto para a completa obtenção do direito à cidade, à vida e à saúde, especialmente dos que foram marginalizados, e compreendendo o papel singular de arquitetos e planejadores urbanos neste processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, Rajib ; PORWAL, Akash. A vulnerability index for the management of and response to the COVID-19 epidemic in India: an ecological study. **The Lancet Global Health**, v. 8, n. 9, 2020.

AL-MEKHLAFI, H. M. The neglected cestode infection: Epidemiology of Hymenolepis nana infection among children in rural Yemen. **Helminthologia**, v. 57, n. 4, p. 293–305, 2020.

ALEXANDER, Christopher. Systems Generating Systems. *In*: MENGES, Achim ; AHLQUIST, Sean (Orgs.). **Computational Design Thinking**. Chichester, Reino Unido: Wiley, 2011, p. 58–67.

ANYAELE, Okorie O ; ENWEMIWE, Victor N. Prevalence of tungiasis in rural poor neighbourhood in Igbokoda, Ondo State, Nigeria. **African Zoology**, v. 56, n. 2, p. 117–123, 2021.

ARQPET - UFC. **Covid-19 Na Cidade**. Plataforma Somar. Disponível em: <<https://www.somarqpet.org/covid19nacidade>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ASCHER, François. **Os Novos Princípios do Urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2010.

BARATA, Rita Barradas. **Como e por que as desigualdades sociais fazem mal à saúde**. Rio De Janeiro: Fiocruz, 2009.

BARRIOS, Sonia. Dinâmica social e espaço. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 4, n. 2, p. 351–368, 2014.

BARROS, Carolina. **Proposição de um indicador para aferir gentrificação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/71634>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: Braziller, 1968.

BHATTACHARYYA, Rupam; BURMAN, Anik; SINGH, Kalpana; *et al.* Role of multiresolution vulnerability indices in COVID-19 spread in India: a Bayesian model-based analysis. **BMJ Open**, v. 12, n. 11, p. e056292, 2022. Disponível em: <<https://bmjopen.bmj.com/content/12/11/e056292>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

CABRAL, Umberlândia. **Pessoas pretas e pardas continuam com menor acesso a emprego, educação, segurança e saneamento | Agência de Notícias**. Agência de Notícias - IBGE. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/35467-pessoas-pretas-e-pardas-continuam-com-menor-acesso-a-emprego-educacao-seguranca-e-saneamento>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CALDERON-ANYOSA, Renzo; GALVEZ-PETZOLDT, Camila; GARCIA, Patricia J.; *et al.* Housing Characteristics and Leishmaniasis: A Systematic Review. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 99, n. 6, p. 1547–1554, 2018.

CALEGAR, Deiviane Aparecida; BACELAR, Polyanna Araújo Alves; EVANGELISTA, Brenda Bulsara Costa; *et al.* Socioenvironmental Factors Influencing Distribution and Intensity of Soil-Transmitted Helminthiasis in the Brazilian Amazon: Challenges for the 2030 Agenda. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2021, p. 1–9, 2021. Disponível em: <<https://downloads.hindawi.com/journals/jtm/2021/6610181.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2021.

CAVALCANTE, Teane. **Delimitação e Avaliação em Distritos de Inovação em Saúde: O Caso do Viva@Porangabussu**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/76071/3/2023_dis_tcavalcante.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CHASTONAY, Anouk H. M. ; CHASTONAY, Oriane J. Housing Risk Factors of Four Tropical Neglected Diseases: A Brief Review of the Recent Literature. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 7, n. 7, p. 143–158, 2022.

COHEN, Simone Cynamon; BODSTEIN, Regina; KLIGERMAN, Débora Cynamon; *et al.* Habitação saudável e ambientes favoráveis à saúde como estratégia de promoção da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 191–198, 2007.

COSTA, Maria. **O discurso higienista e a ordem urbana**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/45187>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

COSTA, Mariana. **Ver a Cidade: Modelagem da Informação para Regulação de Assentamentos Informais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/27517>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

DEGROOTE, Stéphanie; ZINSZER, Kate ; RIDDE, Valéry. Interventions for vector-borne diseases focused on housing and hygiene in urban areas: a scoping review. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://idpjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40249-018-0477-5>>.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Campanha feita por moradores e líderes da região pede por saneamento básico no Grande Bom Jardim**. Diário do Nordeste.

Disponível em:
<<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/campanha-feita-por-moradores-e-lideres-da-regiao-pede-por-saneamento-basico-no-grande-bom-jardim-1.2962589>>
. Acesso em: 17 set. 2024.

DÍAZ, Mariela Paula; LIFSZYC, Ana Sofía; BONANO, Guido; *et al.* Hábitat popular y prácticas de subsistencia en villas del AMBA (Argentina) en contexto de pandemia. **Revista Invi**, v. 37, n. 104, p. 230–252, 2022.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco ; VALLE, Antonio. **Design Science Research**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ENWEMIWE, Victor N.; OJIANWUNA, Cynthia C. ; ANYAELE, Okorie O. Intensity and clinical morbidities of tungiasis in an impoverished south-west Nigerian community. **Parasite Epidemiology and Control**, v. 14, p. e00215, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405673121000167>>. Acesso em: 11 maio 2023.

FIUZA, Rebeca; CARDOSO, Daniel; MOREIRA, Eugênio; *et al.* Correlations between urban and demographic data and COVID-19 data: a case study in Fortaleza, Brazil. *In: Accelerated Landscapes - Proceedings of the XXVII International Conference of the Ibero-American Society of Digital Graphics*. [s.l.: s.n.], 2023, p. 1667–1678. Disponível em: <https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2023_219>. Acesso em: 27 maio 2024.

FROTA, Naggila. **Planejamento urbano do institucional ao insurgente**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/36558>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Inadequação De Domicílios No Brasil 2016 - 2019**. Belo Horizonte: FJP, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/relatorio_ilnadequacao_2016_2019_versao_2.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2021.

GETAWEN, Solomon Kinde; ASHINE, Temesgen; MASSEBO, Fekadu; *et al.* Exploring the impact of house screening intervention on entomological indices and

incidence of malaria in Arba Minch town, southwest Ethiopia: A randomized control trial. **Acta Tropica**, v. 181, p. 84–94, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. [s.l.]: São Paulo Atlas, 2002.

GOMEZ, Paula; HADI, Khatereh; KEMENOVA, Olga; *et al.* **Spatiotemporal Modeling of COVID-19 Spread in Built Environments**. www.proceedings.blucher.com.br. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/spatiotemporal-modeling-of-covid-19-spread-in-built-environments-35542>>. Acesso em: 5 dez. 2023.

GONG, Xiaoqiang; LIU, Jian; WU, Lingyi; *et al.* Development of a Healthy Assessment System For Residential Building Epidemic Prevention. **Building and Environment**, v. 202, p. 108038, 2021.

GRANT, Maria J. ; BOOTH, Andrew. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health Information & Libraries Journal**, v. 26, n. 2, p. 91–108, 2009.

GRAPHISOFT. **Rhino – Grasshopper – Archicad Toolset**. Graphisoft. Disponível em: <<https://graphisoft.com/downloads/addons/interoperability/rhino>>. Acesso em: 28 maio 2024.

HABITAFOR. **Melhorias Habitacionais**. ce.gov.br. Disponível em: <<https://habitacao.fortaleza.ce.gov.br/menu-programas/pmh.html>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

HANLEY, John P; RIZZO, Donna M; STEVENS, Lori; *et al.* Novel Evolutionary Algorithm Identifies Interactions Driving Infestation of *Triatoma dimidiata*, a Chagas Disease Vector. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 103, n. 2, p. 735–744, 2020.

HEIDMANN, Ivonete T. S. Buss; ALMEIDA, Maria Cecília Puntel de; BOEHS, Astrid Eggert; *et al.* Promoção à saúde: trajetória histórica de suas concepções. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 15, n. 2, p. 352–358, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tce/a/W4mZfM69hZRxdMjtSqcQpSN/?lang=pt#>>.

HERCULANO, Selene ; PACHECO, Tania. **Racismo ambiental, o que é isso**. [s.l.]: FASE, 2006. Disponível em: <https://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Racismo_3_ambiental.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

HERMETO, Mateus Porto. Habitação saudável: ampliando a atenção à saúde. **Cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 16, n. 18+19, 2010.

HINO, Paula; VILLA, Tereza Cristina Scatena; SASSAKI, Cinthia Midori; *et al.* Geoprocessing in health area. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 6, p. 939–943, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

JANNUZZI, Paulo Martino . **Indicadores sociais no Brasil : conceitos, fontes de dados e aplicações para formulação e avaliação de políticas públicas, elaboração de estudos socioeconômicos**. 3. ed. Campinas, SP: Alínea Editora, 2004.

JORGE, Leonardo. **Indicadores de Perfomance para análise de arquiteturas de medicina diagnóstica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75952>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

KAYANI, Behzad; SADIQ, Shakera; RASHID, Hamad Bin; *et al.* Cutaneous Leishmaniasis in Pakistan: a neglected disease needing one health strategy. **BMC Infectious Diseases**, v. 21, n. 1, 2021.

KETEMA, Haile; FITSUM WELDEGEBREAL; ABDELLA GEMECHU; *et al.* Seroprevalence of visceral leishmaniasis and its associated factors among asymptomatic pastoral community of Dire District, Borena zone, Oromia Region, Ethiopia. **Frontiers in public health**, v. 10, 2022.

KIM, Donghyun. Exploring spatial distribution of social vulnerability and its relationship with the Coronavirus disease 2019: the Capital region of South Korea. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 1–17, 2022.

LADYBUG TOOLS. **Ladybug Tools | Butterfly**. Ladybug.tools. Disponível em: <<https://www.ladybug.tools/butterfly.html>>. Acesso em: 28 maio 2024.

LADYBUG TOOLS. **Ladybug Tools | Honeybee**. Ladybug.tools. Disponível em: <<https://www.ladybug.tools/honeybee.html#glare>>. Acesso em: 28 maio 2024.

LIPPI, Catherine A.; STEWART-IBARRA, Anna M.; ENDY, Timothy P.; *et al.* Exploring the utility of social-ecological and entomological risk factors for dengue infection as surveillance indicators in the dengue hyper-endemic city of Machala, Ecuador. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 3, p. e0009257, 2021.

LIPPI, Catherine; STEWART-IBARRA, Anna; MUÑOZ, Ángel; *et al.* The Social and Spatial Ecology of Dengue Presence and Burden during an Outbreak in Guayaquil, Ecuador, 2012. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 4, p. 827, 2018.

MAIA, Geimison. **História do Bom Jardim é marcada por muitas dificuldades**. Opovo.com.br. Disponível em: <<https://www20.opovo.com.br/app/colunas/opovonosbairros/2013/05/16/noticiasopovonosbairros,3057099/historia-do-bom-jardim-e-marcada-por-muitas-dificuldades.shtml>>. Acesso em: 17 set. 2024.

MAIA, Hortênsia. **Caminhar e Desenhar: Indicador de Qualidade Através da Percepção**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68353>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

MARCUS, Simon ; MARCUS, Tessa. Infrastructural Inequality and Household COVID-19 Vulnerability in a South African Urban Settlement. **Journal of Urban Health**, v. 99, n. 3, 2022.

MENGES, Achim ; AHLQUIST, Sean (Orgs.). **Computational design thinking**. Chichester, Reino Unido: Wiley, 2011.

MERCADER-MOYANO, Pilar; MORAT, Oswaldo ; SERRANO-JIMÉNEZ, Antonio. Urban and social vulnerability assessment in the built environment: An interdisciplinary index-methodology towards feasible planning and policy-making under a crisis context. **Sustainable Cities and Society**, v. 73, p. 103082, 2021.

MERCADER-MOYANO, Pilar; MORAT-PÉREZ, Oswaldo ; MUÑOZ-GONZÁLEZ, Carmen. Housing Evaluation Methodology in a Situation of Social Poverty to Guarantee Sustainable Cities: The Satisfaction Dimension for the Case of Mexico. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11199, 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Arboviroses**. gov.br. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses>>. Acesso em: 28 maio 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Covid-19 - Casos e Óbitos**. Saude.gov.br. Disponível em: <https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html>. Acesso em: 15 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Política Nacional de Atenção Básica . Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/estrategia-saude-da-familia/publicacoes/politica-nacional-atencao-basica-2012.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE ; SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE E AMBIENTE. **Boletim Epidemiológico De Doenças Tropicais Negligenciadas No Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2024/boletim-epidemiologico-de-doencas-tropicais-negligenciadas-numero-especial-jan-2024/view>>. Acesso em: 19 jun. 2024.

MORAKINYO, Oyewale M.; BALOGUN, Folusho M. ; FAGBAMIGBE, Adeniyi F. Housing type and risk of malaria among under-five children in Nigeria: evidence from the malaria indicator survey. **Malaria Journal**, v. 17, n. 1, 2018.

MOREIRA, E., CARDOSO, D. Sistema integrado de modelagem da informação como suporte ao planejamento e ao projeto urbanos. In: Anais da 6ª Conferência da Rede Lusófona de Morfologia Urbana, PNUM : morfologia urbana : território, paisagem e planejamento. Vitória : UFES, v. 2 p.349-357, 2017.

MOSHA, Jacklin F.; LUKOLE, Eliud; CHARLWOOD, J. Derek; *et al.* Risk factors for malaria infection prevalence and household vector density between mass distribution campaigns of long-lasting insecticidal nets in North-western Tanzania. **Malaria Journal**, v. 19, n. 1, 2020.

NAWA, Mukumbuta; HALWINDI, Hikabasa ; HANGOMA, Peter. Modelling malaria reduction in a highly endemic country: Evidence from household survey, climate, and programme data in Zambia. **Journal of Public Health in Africa**, v. 11, n. 1, 2020.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Comitê popular de enfrentamento à Covid-19 no Grande Bom Jardim, Fortaleza - Observatório das Metrôpoles.** Observatório das Metrôpoles. Disponível em: <<https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/comite-popular-de-enfrentamento-a-covid-19-no-grande-bom-jardim-fortaleza/>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

OCHOLA, Elizabeth A.; KARANJA, Diana M. S. ; ELLIOTT, Susan J. The impact of Neglected Tropical Diseases (NTDs) on health and wellbeing in sub-Saharan Africa (SSA): A case study of Kenya. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, p. e0009131, 2021.

OKIRING, Jaffer; OLWOCH, Peter; KAKURU, Abel; *et al.* Household and maternal risk factors for malaria in pregnancy in a highly endemic area of Uganda: a prospective cohort study. **Malaria Journal**, v. 18, n. 1, p. 1–9, 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Chikungunya.** Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>>. Acesso em: 28 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Coronavirus.** Who.int. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1>. Acesso em: 28 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **COVID-19 cases | WHO COVID-19 dashboard.** WHO Data. Disponível em: <<https://data.who.int/dashboards/covid19/cases>>. Acesso em: 28 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Neglected tropical diseases**. Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases>>. Acesso em: 28 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **WHO housing and health guidelines**. Geneva: Organização Mundial da Saúde (OMS), 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Zika virus**. Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>>. Acesso em: 28 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Household crowding**. Nih.gov. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535289/>>. Acesso em: 28 maio 2024.

PASTERNAK, Suzana. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 51–66, 2016.

PAULSON, Winnie; KODALI, Naveen Kumar; BALASUBRAMANI, Karuppusamy; *et al.* Social and housing indicators of dengue and chikungunya in Indian adults aged 45 and above: Analysis of a nationally representative survey (2017-18). **Archives of Public Health**, v. 80, n. 1, p. 1–12, 2022. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9022351/>>.

PREFEITURA DE FORTALEZA. Plano Diretor Participativo de Fortaleza. Disponível em: <<https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/urbanismo-e-meio-ambiente/124-plano-diretor-de-fortaleza>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF) ; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE (SMS). **Boletim Epidemiológico Fortaleza - Covid-19 Prefeitura de Fortaleza**. ce.gov.br. Disponível em: <<https://coronavirus.fortaleza.ce.gov.br/boletim-epidemiologico.html>>. Acesso em: 7 dez. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF); SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE (SMS); COORDENADORIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (COVIS); *et al.* **Informe Semanal: Dengue, Chikungunya e Zika.** Fortaleza: Secretária Municipal de Saúde de Fortaleza, 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF) ; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE FORTALEZA (SMS). **Informa Semanal COVID-19 - Ano 2023 - 47ª Semana Epidemiológica.** [s.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <<https://ms.dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/InformesemanalCOVID19SE472023.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF) ; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE FORTALEZA (SMS). **Informe Semanal COVID-19 - Ano 2020 - 48ª Semana Epidemiológica.** [s.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://saude.fortaleza.ce.gov.br/images/coronavirus/PDFS/Informe-semanal-COVID-19-SE-48-2020---SMS-FORTALEZA_compressed.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF) ; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE FORTALEZA (SMS). **Informe Semanal COVID-19 - Ano 2021 - 49ª Semana Epidemiológica.** [s.l.: s.n.], 2021. Disponível em: <<https://ms.dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/InformesemanalCOVIDSE492021.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF) ; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE FORTALEZA (SMS). **Informe Semanal COVID-19 - Ano 2022 - 41ª Semana epidemiológica.** [s.l.: s.n.], 2022. Disponível em: <<https://ms.dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/InformesemanalCOVID19SE412022.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

RAHMAN, Md Siddikur; EKALAKSANANAN, Tipaya; ZAFAR, Sumaira; *et al.* Ecological, Social, and Other Environmental Determinants of Dengue Vector Abundance in Urban and Rural Areas of Northeastern Thailand. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 5971, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/11/5971>>.

RASOAMIALY-SOA RAZANAKOLONA, Lala; RAHARISOA, Annie; SOANKASINA, Abel Hermann; *et al.* Clinical and epidemiological survey of tungiasis in Madagascar. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 50, p. 102449, 2022.

RATNESAR-SHUMATE, Shanna; WILLIAMS, Gregory; GREEN, Brian; *et al.* Simulated Sunlight Rapidly Inactivates SARS-CoV-2 on Surfaces. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 222, n. 2, p. 214–222, 2020.

RICHTERMAN, Aaron; SAINVILIEN, Duarxy Rodcnel; EBERLY, Lauren; *et al.* Individual and Household Risk Factors for Symptomatic Cholera Infection: A Systematic Review and Meta-analysis. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 218, n. suppl_3, p. S154–S164, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/jid/article/218/suppl_3/S154/5076163>.

RODRIGUES, Vanessa. **Ministério da Saúde elabora plano para enfrentamento da dengue 2024/2025**. Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/maio/ministerio-da-saude-elabora-plano-para-enfrentamento-da-dengue-2024-2025#:~:text=At%C3%A9%20o%20momento%2C%20em%202024,%C3%B3bitos%20totalizam%202%2C5%20mil.&text=As%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20est%C3%A3o%20impactando,casos%20de%20arboviroses%20no%20mundo.>>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

ROLNIK, Raquel ; INSTITUTO PÓLIS. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. São Paulo: Instituto Pólis, 2002. Disponível em: <<https://polis.org.br/publicacoes/estatuto-da-cidade-guia-para-implementacao-pelos-municipios-e-cidadaos/>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

RUIZ-DÍAZ, María Stephany; GÓMEZ-CAMARGO, Doris Esther; ALARIO, Ángel; *et al.* Analysis of Health Indicators in Two Rural Communities on the Colombian Caribbean Coast: Poor Water Supply and Education Level Are Associated with Water-Related Diseases. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 97, n. 5, p. 1378–1392, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5817732/>>.

RYAN, Sadie; LIPPI, Catherine; NIGHTINGALE, Ryan; *et al.* Socio-Ecological Factors Associated with Dengue Risk and *Aedes aegypti* Presence in the Galápagos Islands, Ecuador. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 5, p. 682, 2019.

SANEI-DEHKORDI, Alireza; SOLEIMANI-AHMADI, Moussa; ZARE, Mehdi; *et al.* Risk factors associated with scabies infestation among primary schoolchildren in a low socio-economic area in southeast of Iran. **BMC pediatrics**, v. 21, n. 1, p. 249, 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34034686/>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. [s.l.]: EdUSP, 2002.

SATOTO, Tri Baskoro Tunggal; PASCAWATI, Nur Alvira; WIBAWA, Tri; *et al.* Entomological Index and Home Environment Contribution to Dengue Hemorrhagic Fever in Mataram City, Indonesia. **Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional**, v. 15, n. 1, p. 32–39, 2020.

SCHUIT, Michael; RATNESAR-SHUMATE, Shanna; YOLITZ, Jason; *et al.* Airborne SARS-CoV-2 Is Rapidly Inactivated by Simulated Sunlight. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 222, n. 4, p. 564–571, 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE FORTALEZA (SMS). **Plano Municipal de Saúde de Fortaleza 2022 - 2025**. Fortaleza: Secretária Municipal de Saúde de Fortaleza, 2022. Disponível em: <<https://ms.dados.sms.fortaleza.ce.gov.br/PMS20222025.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2024.

SHARMA, Ravendra K.; RAJVANSHI, Harsh; BHARTI, Praveen K.; *et al.* Socio-economic determinants of malaria in tribal dominated Mandla district enrolled in Malaria Elimination Demonstration Project in Madhya Pradesh. **Malaria Journal**, v. 20, n. 1, p. 1–13, 2021.

SNOW, John. **On the Mode of Communication of Cholera**. 2. ed. Londres: John Churchill, New Burlington Street, 1855. Disponível em: <https://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/hanley/temp/material/SnowCholera/On_the_mode_of_communication_of_cholera.pdf>.

SOJA, Edward W. THE SOCIO-SPATIAL DIALECTIC. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, n. 2, p. 207–225, 1980.

SWAIN, Subhashisa; BHATT, Minakshi; BISWAL, Debasish; *et al.* Risk factors for dengue outbreaks in Odisha, India: A case-control study. **Journal of Infection and Public Health**, v. 13, n. 4, p. 625–631, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876034119302953>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

TOKAZHANOV, Galym; TLEUKEN, Aidana; DURDYEV, Serdar; *et al.* Stakeholder based weights of new sustainability indicators providing pandemic resilience for residential buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 75, p. 103300, 2021.

TUSTING, Lucy S.; BOTTOMLEY, Christian; GIBSON, Harry; *et al.* Housing Improvements and Malaria Risk in Sub-Saharan Africa: A Multi-Country Analysis of Survey Data. **PLoS Medicine**, v. 14, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5319641/>>.

TUSTING, Lucy S.; GETTING, Peter W.; GIBSON, Harry S.; *et al.* Housing and child health in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis. **PLOS Medicine**, v. 17, n. 3, p. e1003055, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ ; FUNDAÇÃO CETREDE. **Plano Integrado de Regularização Fundiária da ZEIS Bom Jardim: Caderno de Diagnóstico Socioeconômico, Físico-Ambiental, Urbanístico e Fundiário**. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <<https://zonasespeciais.fortaleza.ce.gov.br/zeisp/9#pirfs>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

VILLELA, Daniel Antunes Maciel. Household crowding hampers mitigating the transmission of SARS-CoV-2. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, 2021.

WARKAW, Yamral M.; MITKU, Aweke A.; ZERU, Melkamu A.; *et al.* Spatial pattern and predictors of malaria in Ethiopia: Application of auto logistics regression. **PLOS ONE**, v. 17, n. 5, p. e0268186, 2022.

WIESE, Susanne; ELSON, Lynne; REICHERT, Felix; *et al.* Prevalence, intensity and risk factors of tungiasis in Kilifi County, Kenya: I. Results from a community-based study. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 10, p. e0005925, 2017.

YU, Derek. Revisiting the COVID-19 vulnerability index in South Africa. **Development Southern Africa**, v. 40, n. 1, p. 91–108, 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO

Localização:

- 1) A habitação possui teto, parede e piso com acabamento e impermeabilização?
 - a) A habitação possui teto, parede e piso com materiais adequados
 - b) A habitação possui dois elementos construtivos (parede, piso ou teto) com material adequado
 - c) A habitação possui apenas um elemento construtivo (parede, piso ou teto) com material adequado
 - d) A habitação não possui nenhum elemento construtivo (teto, parede ou piso) com material adequado
- 2) As paredes, o piso ou o telhado possuem fissuras ou buracos?
 - a) A habitação possui fissuras ou buracos nas paredes, no piso ou no telhado
 - b) A habitação não possui fissuras ou buracos nas paredes, no piso ou no telhado
- 3) Existem reservatórios de água adequados na habitação?
 - a) Existem reservatórios de água cobertos e sem rachaduras
 - b) A habitação não possui reservatórios de água e recebe água diretamente da companhia
 - c) Existem reservatórios de água descobertos ou danificados
- 4) A habitação possui sinais de umidade?

- a) A habitação possui sinais de umidade (manchas, marcas de água ou mofo nas paredes, piso ou telhado)
 - b) A habitação não possui sinais de umidade (manchas, marcas de água ou mofo nas paredes, piso ou telhado)
- 5) A casa possui beirais abertos?
- a) A habitação possui beirais abertos
 - b) A habitação não possui beirais abertos
- 6) Existem esquadrias (portas e janelas) adequadas na habitação?
- a) Existem esquadrias com vidro ou tela
 - b) Existem vãos com possibilidade de fechamento
 - c) Existem vãos permanentemente abertos
 - d) Não possui vãos para o ambiente externo
- 7) A habitação possui banheiro completo?
- a) Possui pia e vaso sanitário com descarga
 - b) Possui apenas vaso sanitário com descarga
 - c) Possui apenas pia
 - d) Possui latrina ou vaso sem descarga
 - e) Não possui banheiro
- 8) A habitação possui acesso à água adequado?
- a) Acesso à água por rede geral ininterruptos
 - b) Acesso à água por rede geral com interrupções esporádicas
 - c) Acesso à água por rede geral com interrupções frequentes
 - d) Acesso por meios alternativos

- 9) A habitação possui acesso a saneamento básico adequado?
- a) Acesso à esgotamento por rede geral ou fossa séptica
 - b) Acesso por demais métodos de manejo de dejetos
- 10) A habitação possui acesso à coleta de lixo adequada? (A coleta passa nos dias programados)
- a) Acesso à coleta de lixo regular
 - b) Acesso à coleta de lixo irregular
 - c) Nenhum acesso
- 11) Qual é a relação de habitantes por dormitório?
- a) Entre 1-2 pessoas por dormitório
 - b) Entre 2-3 pessoas por dormitório
 - c) Acima de 3 pessoas por dormitório
- 12) Quantas pessoas residem na habitação?
- a) Acima de 4 pessoas
 - b) Entre 1-3 pessoas

APÊNDICE B: TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado, pela aluna de mestrado Rebeca Freitas Fiuza do Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará, a participar como voluntário da coleta de dados da dissertação de mestrado “Habitações de Interesse Social e Saúde Pública: Indicadores para

Políticas Habitacionais”, que tem como objetivo desenvolver diretrizes que orientem modificações em habitações com foco na saúde e conforto dos seus habitantes, especificamente nas residências da ZEIS do Bom Jardim.

Este documento é um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, ele apresenta informações básicas sobre a pesquisa, os contatos da pesquisadora e o acompanhamento da pesquisa. Em caso de perguntas, antes ou após a assinatura do termo, poderá perguntá-las à pesquisadora em qualquer momento. Não há penalização ou prejuízo caso não aceite participar e sua autorização pode ser retirada em qualquer momento da pesquisa.

Procedimentos:

Participando do estudo, você está convidado a responder um formulário aplicado pela pesquisadora sobre informações da sua habitação. A intenção é que você possa fornecer informações sobre sua habitação que são importantes influências nas questões de prevenção de saúde. Também será realizado um levantamento do seu domicílio, onde a pesquisadora e auxiliares farão medidas das paredes e aberturas, para que sejam aplicadas análises das condições habitacionais, dos materiais construtivos, de radiação e de ventilação. Por fim, serão feitas fotografias da habitação, sem a presença dos participantes, que serão utilizadas para complementação das informações do levantamento.

Os resultados obtidos serão armazenados em um Banco de Dados e de finalidade estritamente acadêmica. Caso desejado, você pode solicitar acesso as informações por você relatadas.

Desconfortos e riscos:

A pesquisa pode apresentar desconfortos por constrangimento, estresse ou tensão social. Os riscos eventuais são de danos às informações coletadas por perda ou furto, deixando de estar sob posse da pesquisadora.

Contudo, a pesquisadora compromete-se com a preservação dos dados e garante a liberdade de retirar-se da pesquisa a qualquer momento.

Benefícios:

Não há previsão de benefício direto aos participantes, além do acesso às próprias informações coletadas de suas respectivas habitações.

Acompanhamento e assistência:

A pesquisadora estará disponível para contato, antes, durante ou até o término da pesquisa, em caso de quaisquer dúvidas ou necessidade de assistência relacionada à pesquisa.

Sigilo e privacidade:

As informações analisadas são apenas da habitação, nenhum dado pessoal, como nome, idade ou sexo dos participantes será divulgado.

Ressarcimento e indenização:

O formulário será realizado em campo, de modo que não há necessidade de custo adicional a você. Por isso, não há motivos para ressarcimento. Em caso de eventuais danos comprovados pela legislação vigente, você tem direito a indenização.

Contato da pesquisadora:

Nome: Rebeca Freitas Fiuza

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. da Universidade, 2890, Benfica, Fortaleza.

Telefone: (85) 999399260

Email: rebecafiuza@arquitetura.ufc.br

Caso você se sinta suficientemente informado a respeito das informações que leu ou que foram lidas para você sobre os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes e que sua participação é voluntária, que não há remuneração para participar do estudo e se você concordar em participar solicitamos que assine no espaço abaixo.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Assinatura do paciente/representante legal Data ____/____/____

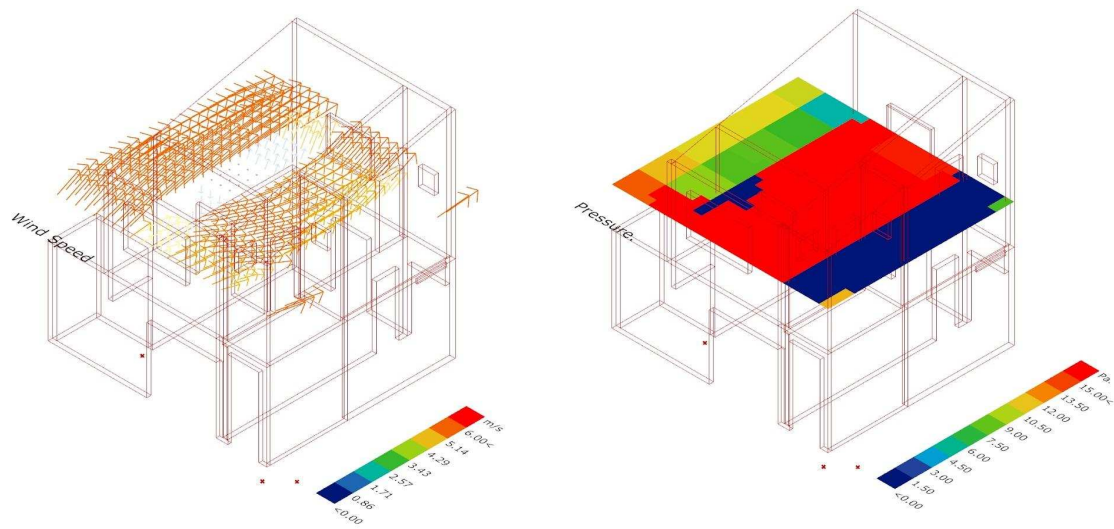
Assinatura da testemunha Data ____/____/____

Para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

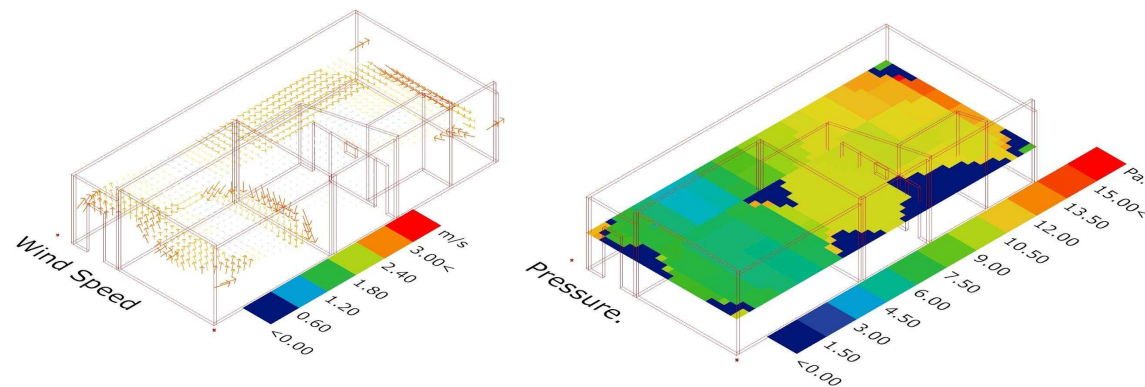
Assinatura do responsável pelo estudo Data / /

APÊNDICE C: SIMULAÇÕES DE VENTILAÇÃO

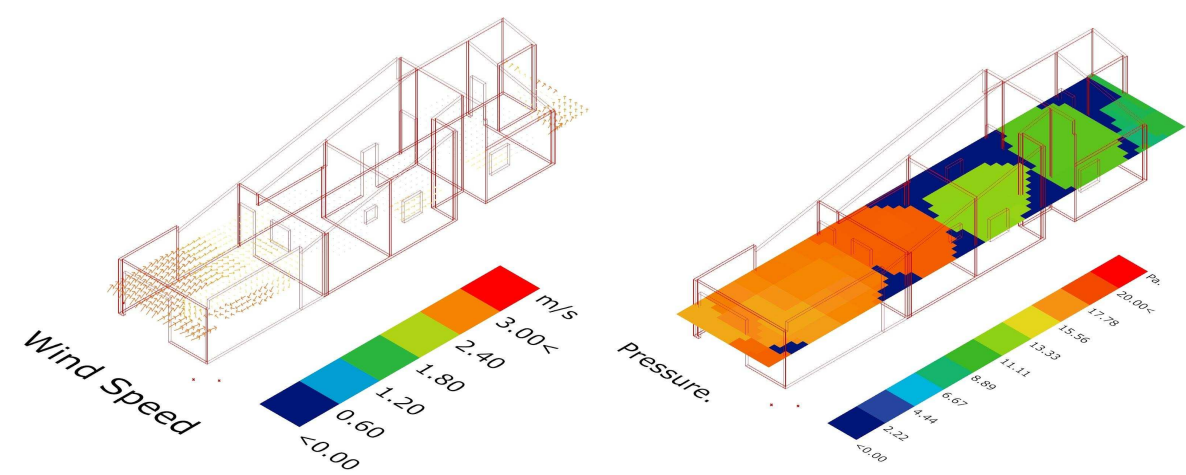
CASA 1:



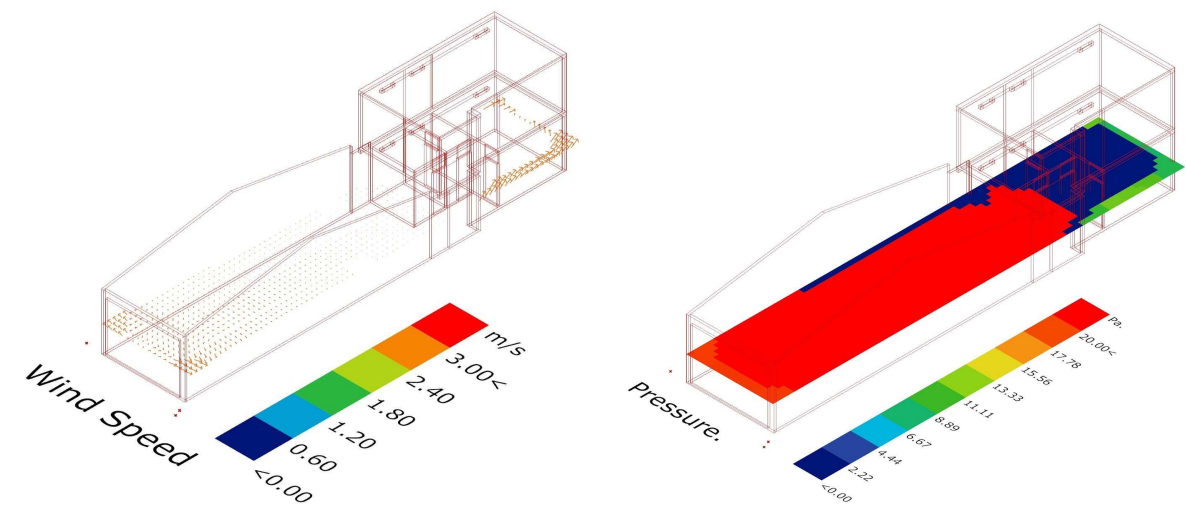
CASA 2:



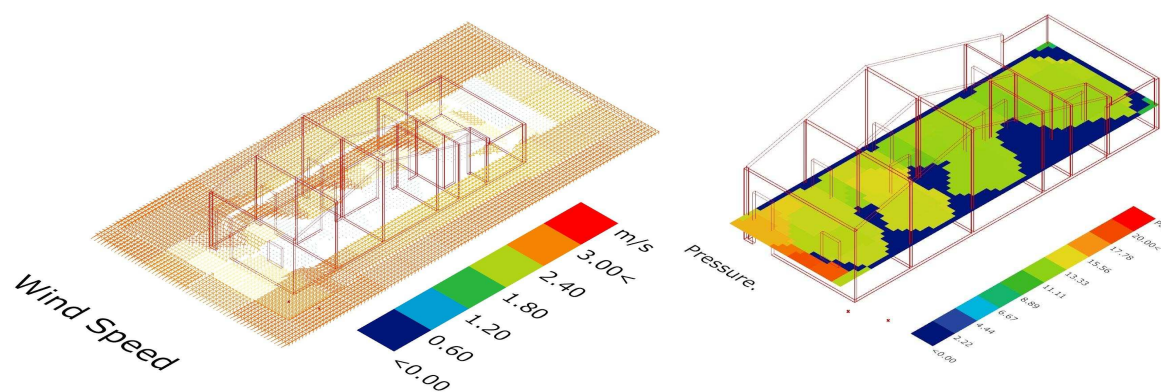
CASA 3:



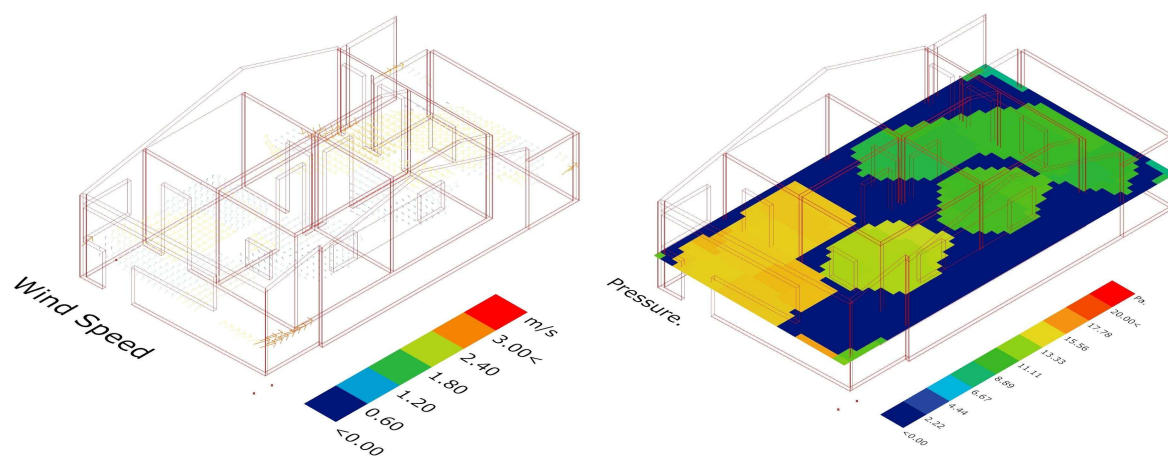
CASA 4:



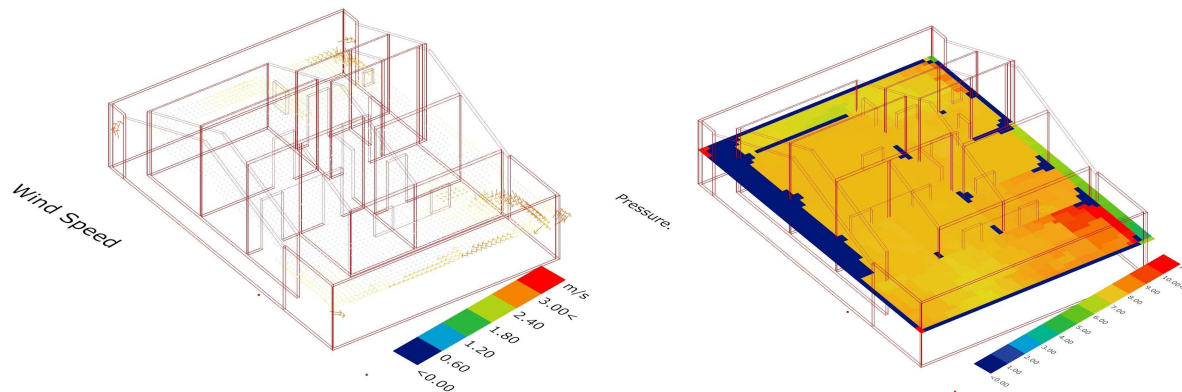
CASA 6:



CASA 7:



CASA 8:



Imagens de Simulação de Ventilação Elaboradas por Caio Katsuo e autora