



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GUILHERME MASSAHIRO RODRIGUES YUKI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIGITAL
VISANDO O DESEMPENHO TÉRMICO DE VEDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES**

Londrina

2023

GUILHERME MASSAHIRO RODRIGUES YUKI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIGITAL
VISANDO O DESEMPENHO TÉRMICO DE VEDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof. Ercília Hitomi Hirota

Coorientadora: Prof. Camila Gregório Atem

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Yuki, Guilherme Massahiro Rodrigues.

Desenvolvimento de uma ferramenta digital visando o desempenho térmico de vedações de edifícios habitacionais multifamiliares / Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki. - Londrina, 2023.

240 f. : il.

Orientadora: Ercília Hitomi Hirota.

Coorientadora: Camila Gregório Atem.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Processo de projeto - Tese. 2. Desempenho térmico - Tese. 3. Vedações - Tese. I. Hirota, Ercília Hitomi. II. Atem, Camila Gregório. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

CDU 711/72

GUILHERME MASSAHIRO RODRIGUES YUKI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIGITAL
VISANDO O DESEMPENHO TÉRMICO DE VEDAÇÕES DE
EDIFÍCIOS HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Ercilia Hitomi Hirota
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dra. Marieli Azoia Lukiantchuki
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Carlos Eduardo Verzola Vaz
Universidade Federal de Santa Catarina –
UFSC

Londrina, 20 de julho de 2023.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Ercília Hirota, orientadora que permitiu que essa pesquisa fosse realizada.

À Prof^a. Camila Atem, coorientadora por suas contribuições e críticas.

À doutoranda, Prof^a. Letícia Cabrera, tutora e amiga.

À Prof.^a Milena Kanashiro pela ajuda com o processo de aplicação do projeto de pesquisa à Plataforma Brasil e ao Conselho de Ética em Pesquisa.

Aos professores que contribuíram no meu desenvolvimento e acrescentaram a esta pesquisa e meu desenvolvimento como pesquisador.

Aos profissionais que disponibilizaram seu tempo para contribuir e permitir que o artefato fosse desenvolvido e avaliado.

À minha família.

RESUMO

YUKI, Guilherme Massahiro Rodrigues. **Desenvolvimento de uma ferramenta digital visando o desempenho térmico de vedações de edifícios habitacionais multifamiliares**. 2023. 240p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

O desempenho térmico das habitações é dependente da interação entre o clima onde o projeto se situa, os sistemas e estratégias construtivas utilizadas e, portanto, dependente das decisões de projeto. Durante o processo de projeto diferentes elementos projetivos são desenvolvidos e interagem entre si, impactando no desempenho da edificação. A complexidade do fenômeno desafia a previsibilidade do desempenho, sendo necessário utilizar ferramentas de simulação térmica para uma análise adequada acerca das decisões de projeto. Todavia o uso de tais ferramentas requer conhecimento especializado e técnico dos projetistas, o que configura barreiras para os profissionais. Por isso neste trabalho foi desenvolvido e testado um artefato digital para auxiliar a tomada de decisão de arquitetos com relação ao desempenho térmico de paredes e janelas em projetos de edifícios. A pesquisa foi desenvolvida com uso do *Design Science Research* como estratégia de pesquisa. Foram realizadas entrevistas com quatro profissionais e uma revisão sistemática de literatura para uma aproximação do tema (problematização) e desenvolvimento das diretrizes do artefato. Em seguida o artefato foi desenvolvido e instanciado para verificação de sua utilidade e eficácia pelos profissionais voluntários entrevistados na etapa de problematização. O artefato desenvolvido toma como referência o procedimento de simulação do desempenho térmico da NBR 15575-1:2021; utiliza os *softwares Rhino3D* em conjunto com o *Grasshopper3D* e a biblioteca *LadybugTools*; e apresenta o desempenho térmico de ambientes de permanência prolongada (APPs) em gráficos de barra da porcentagem de horas em conforto e desconforto para todas as horas do ano, para o verão, para as horas ocupadas segundo a NBR 15575-1:2021, e para as horas ocupadas durante o verão. O artefato tem duas versões, a simplificada, focada na testagem e aprendizagem das variáveis térmicas a partir de um volume único, e uma completa, que permite o desenho de vários ambientes. Os resultados obtidos indicam que o artefato é útil por causa da facilidade da modelagem e resultados compreensíveis. É eficaz, segundo os voluntários, pois conseguiam alterar as características das edificações segundo os resultados obtidos e alterar a ordem das decisões no processo de projeto. Além disso, parte deles demonstrou maior compreensão das grandezas térmicas de parede e janelas após utilizarem o artefato.

Palavras-chave: Desempenho Térmico; Processo de Projeto; Vedações; *EnergyPlus*; *LadybugTools*

ABSTRACT

YUKI, Guilherme Massahiro Rodrigues. **Development of a digital tool aiming at the thermal performance of multifamily dwellings envelope**. 2023. 240p. Master's Dissertation (Post Graduation in Architecture and Urbanism) – Center of Technology and Urbanism, Londrina State University, Londrina, 2023.

The thermal performance of housing depends on the interaction between the local climate, the systems and constructive strategies used and, therefore, dependent on design decisions. During the design process, different design elements are developed and interact with each other, impacting the performance of the building. The phenomenon's complexity challenges performance predictability, making it necessary to use thermal simulation tools for the analysis of design decisions. However, the use of such tools requires specialized and technical knowledge from designers, which sets up barriers for professionals. Therefore, in this work, a digital artifact was developed and tested to help architects make decisions regarding the thermal performance of walls and windows in building projects. Design Science Research was the research strategy used in this study. Four professionals were interviewed, and a systematic literature review was carried out to approach the theme (problematization) and develop the guidelines for the artifact. Then the artifact was developed and instantiated to verify its usefulness and effectiveness by the volunteer professionals interviewed in the problematization stage. The artifact developed takes as reference the thermal performance simulation procedure of NBR 15575-1:2021; uses Rhino3D software together with Grasshopper3D and the LadybugTools library; and presents the thermal performance in percentage of hours in comfort and discomfort of the areas of prolonged permanence (APPs) for all hours of the year, for summer, for occupied hours according to NBR 15575-1:2021, and for the busy hours during the summer. The artifact has two versions, the simplified one, focused on testing and learning the thermal variables from a single volume, and the complete one, which allows the design of several environments. The results indicate that the artifact is useful because of the ease of modeling and understandable results. It is effective, according to the volunteers, as they were able to change the characteristics of the buildings according to the results obtained and change the order of decisions in the design process. In addition, some of them demonstrated greater understanding of the thermal magnitudes of walls and windows after using the artifact.

Keywords: Thermal Efficiency; Design Process; Building Envelope; *EnergyPlus*; *LadybugTools*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento da pesquisa estruturado pelo DSR.....	22
Figura 2 – Relacionamento das variáveis.....	37
Figura 3 – Representação para absorbância térmica.....	38
Figura 4 – Representação da transmitância térmica.....	39
Figura 5 – Representação do calor absorvido pela parede.....	41
Figura 6 – Representação do Fator Solar de elementos transparentes.....	43
Figura 7 – Representação da ventilação natural e a ventilação natural cruzada.....	44
Figura 8 – Brise horizontal sobre janela, beiral sobre parede sem janela, elevação de janela com brises verticais e horizontal e isométrica de um volume e com brise horizontal e brises verticais.....	46
Figura 9 – Representação da troca de calor de uma edificação em contato com o solo.....	48
Figura 10 – A esquerda, parede coberta com vegetação trepadeira, a direita, croqui representando uma parede coberta pela vegetação trepadeira.....	49
Figura 11 – Gráfico de temperaturas e zonas de conforto de Maringá.....	56
Figura 12 – Gráfico de temperaturas e zonas de conforto de Londrina.....	57
Figura 13 – Exemplo VOSviwer.....	61
Figura 14 – Processo de criação do termo de pesquisa.....	61
Figura 15 – Algoritmo inicial do artefato.....	96
Figura 16 – Uso dos softwares e ações realizadas.....	99
Figura 17 – Criação da parede simples do artefato simplificado.....	102
Figura 18 – Perspectiva: média da temperatura operativa por ambiente do artefato completo.....	105
Figura 19 – Gráficos gerados pelo código (exemplo).....	106
Figura 20 – Perspectiva: isométrica de um estudo do artefato simplificado.....	107
Figura 21 – Possibilidades de repetição e espelhamento.....	108
Figura 22 – Variáveis de entrada do artefato simplificado.....	109
Figura 23 – Variáveis de entrada artefato completo.....	110
Figura 24 – Resultados de uma simulação completa.....	111
Figura 25 – Brises testados pelo participante 1.....	112
Figura 26 – Simulação do Artefato Completo do Participante 1:.....	113

Figura 27 – Imagens do modelo usado pelo participante 3 durante os testes do artefato completo.....	118
Figura 28 – Isométricas apresentando as superfícies consideradas a partir do PAF aplicado para sul e leste (esquerda) e a aplicação de aberturas a partir do PAF esperado para o participante 3 (direita).....	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios da revisão sistemática	59
Quadro 2 - Grupos de Variáveis	66
Quadro 3 - Posicionamento e discriminação dos roteiros de entrevista	67
Quadro 4 - Relação dos participantes e autorizações	68
Quadro 5 - Caracterização dos participantes.....	74
Quadro 6 - Partido e linguagem arquitetônica dos participantes	75
Quadro 7 - Tipos de software utilizados por participante	75
Quadro 8 - Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 1	76
Quadro 9 - Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 1	77
Quadro 10 - Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 2.....	78
Quadro 11 - Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 2.....	79
Quadro 12 - Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 3.....	80
Quadro 13 - Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 3.....	81
Quadro 14 - Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 4.....	82
Quadro 15 - Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 4.....	83
Quadro 16 - Necessidades dos participantes	84
Quadro 17 - Prioridades dos participantes.....	85
Quadro 18 - Variáveis da RSL e as respostas dos participantes.....	91
Quadro 19 - Lista de diretrizes levantadas para o artefato	94
Quadro 20 - Diferença entre os artefatos	99
Quadro 21 - Variáveis de entrada.....	100
Quadro 22 - Alteração das respostas do participante 1	115
Quadro 23 - Alteração das respostas do participante 2	117
Quadro 24 - Alteração das respostas do participante 3	120
Quadro 25 - Alteração das respostas do participante 4	121
Quadro 26 - Mapa de calor: levantamento de dados.....	122
Quadro 27 - Mapa de calor: estratégias de parede e janela	123
Quadro 28 - Mapa de calor: variáveis térmicas	124

Quadro 29 – Softwares utilizados e habilidades a serem desenvolvidas 137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério para paredes para ZB3 segundo NBR 15575-4:2021	32
Tabela 2 – Critérios para elementos transparentes e Janelas para a ZB3 segundo NBR 15575-4:2021	32
Tabela 3 – Identificação dos artigos da base SciELO	33
Tabela 4 – Artigos da Base SCOPUS	34
Tabela 5 – Artigos incluídos a partir da revisão bola de neve	35
Tabela 6 – Impacto de cada variável nos artigos	36
Tabela 7 – Impacto das variáveis para a ZB3 e similares	51
Tabela 8 – Comparação das médias das variáveis geral e para ZB3	52
Tabela 9 – Recomendações das variáveis	52
Tabela 10 – Conforto nas cidades de Londrina e Maringá	57
Tabela 11 – Estratégias e aplicações segundo o site Projeteee	58
Tabela 12 – Palavras-chave levantadas	60
Tabela 13 – Palavras-chave da busca na Base Scopus	62
Tabela 14 – Palavras-chave para exclusão da busca na Base Scopus	62
Tabela 15 – Palavras-chave da busca na Base SciELO	63
Tabela 16 – Palavras-chave para exclusão da busca na Base SciELO	63
Tabela 17 – Áreas excluídas	64
Tabela 18 – Sistemas construtivos selecionados de Weber et al. (2017)	71
Tabela 19 – Contagem dos dados citados nas entrevistas por participante	86
Tabela 20 – Estratégias térmicas citadas durante as entrevistas	87
Tabela 21 – Consideração das variáveis ambientais	87
Tabela 22 – Consideração das estratégias de parede e janela	88
Tabela 23 – Consideração das variáveis térmicas	89
Tabela 24 – Limites das variáveis numéricas para Sliders	101
Tabela 25 – Parâmetros de Janela	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Ambiente de Permanência Prolongada
APT	Ambiente de Permanência Transitória
CAUBR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
EP/E+	EnergyPlus
FAUUSP	Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
INI-R	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
PPGECiv	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
PPU	Programa Associado UEM / UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
USP	Universidade de São Paulo
Projeteee	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CONTEXTO DA PESQUISA	17
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	OBJETIVO GERAL	20
1.2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	20
1.3	LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES	20
1.4	DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	PROCESSO DE PROJETO	23
2.2	ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	27
2.3	DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES	29
2.4	VARIÁVEIS TÉRMICAS – REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	33
2.4.1	LIMITAÇÕES DESTA REVISÃO	37
2.4.2	VARIÁVEIS ESTUDADAS	37
2.4.3	IMPACTO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 3	51
3	MÉTODO DE PESQUISA	54
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	55
3.2	PROBLEMATIZAÇÃO	58
3.2.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA – DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES.....	59
3.2.2	ENTREVISTAS	67
3.3	DESENVOLVIMENTO DAS DIRETRIZES	69
3.4	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO.....	69
3.5	INSTANCIAÇÃO E RESULTADOS COMPARADOS	71
4	DESENVOLVIMENTO	74
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	74
4.2	ENTREVISTAS – PROBLEMATIZAÇÃO	75
4.2.1	PARTICIPANTE 1	76
4.2.2	PARTICIPANTE 2	78

4.2.3	PARTICIPANTE 3	80
4.2.4	PARTICIPANTE 4	82
4.2.5	RESULTADO GERAL.....	84
4.3	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO.....	92
4.3.1	DIRETRIZES DO ARTEFATO.....	92
4.3.2	ALGORITMO	95
4.4	CÓDIGOS DOS ARTEFATOS	98
4.4.1	DADOS DE ENTRADA.....	100
4.4.2	AUTOMAÇÃO E RESULTADOS	102
4.5	INSTANCIAÇÃO E RESULTADOS COMPARADOS.....	112
4.5.1	PARTICIPANTE 1	112
4.5.2	PARTICIPANTE 2	116
4.5.3	PARTICIPANTE 3	118
4.5.4	PARTICIPANTE 4	121
4.5.5	COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS.....	122
4.5.6	SÍNTESE DA INSTANCIAÇÃO	124
4.6	TESTES REALIZADOS COM O ARTEFATO	125
4.7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	126
4.7.1	ANÁLISE E GRÁFICOS	127
4.7.2	SUGESTÃO: ANÁLISE DE OUTRAS ESTAÇÕES E DATAS ESPECÍFICAS	128
4.7.3	REPRESENTAÇÃO 2D POR CORES	129
4.7.4	RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE PROJETO	129
4.7.5	USO DO ARTEFATO.....	130
4.7.6	VARIÁVEIS DE VEDAÇÃO EXTERNA	131
4.7.7	FERRAMENTA DE VALIDAÇÃO.....	132
4.7.8	ESTUDO DE ZONAS	132
4.7.9	RESTRIÇÕES DO ARTEFATO.....	133
4.7.10	RELEVÂNCIA DA NBR 15575.....	134
4.7.11	APRENDIZADO	136
4.7.12	TREINAMENTO	137
4.7.13	IMPACTO DO ARTEFATO	138
5	CONCLUSÃO	142
5.1	RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	143

BIBLIOGRAFIA.....	145
APÊNDICES	151
APÊNDICE A Projeto De Pesquisa Enviado À Plataforma Brasil.....	152
APÊNDICE B TCLE – Etapa De Problematização Presencial	161
APÊNDICE C TCLE – Etapa De Problematização Em Meio Digital	163
APÊNDICE D TCLE – Etapa De Instanciação Presencial.....	165
APÊNDICE E TCLE – Etapa De Instanciação Em Meio Digital.....	167
APÊNDICE F Roteiro De Entrevista – Problematização Presencial.....	169
APÊNDICE G Roteiro De Entrevista – Problematização Em Meio Digital	175
APÊNDICE H Roteiro De Entrevista – Instanciação Presencial.....	180
APÊNDICE I Roteiro De Entrevista – Instanciação Em Meio Digital	185
APÊNDICE J Transcrição Das Entrevistas – Problematização	190
APÊNDICE K Análise Das Entrevistas – Problematização	211
APÊNDICE M Respostas Das Entrevistas – Instanciação	232
APÊNDICE N Dados selecionados dos artigos	234

1 INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa aborda-se as etapas realizadas para o desenvolvimento de um artefato digital para auxiliar na tomada de decisão nas fases iniciais de projeto de edifícios residenciais, para isso destacamos os tópicos trabalhados em cada capítulo.

Neste capítulo apresenta-se o contexto da pesquisa trazendo a questão de investigação e os objetivos a serem alcançados, bem como o delineamento da pesquisa.

1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A arquitetura sustentável é um campo multidisciplinar que incorpora conforto ambiental, consumo energético, fenômenos físicos, gerenciamento de recursos locais, elementos climáticos, sociais, urbanos, tecnologias disponíveis, porém sua prática e tecnologias disponíveis não estão consolidadas no Brasil como ocorre na Europa (Gonçalves & Duarte, 2006). Por outro lado, Cândido (2012) considera que essa arquitetura é apenas uma Arquitetura acrescida de soluções tecnológicas, pois as soluções sustentáveis convergem para as boas práticas projetivas.

Na atualidade, diversos países europeus e os Estados Unidos buscam melhorar suas respectivas matrizes energéticas com o desenvolvimento e implementação de edifícios mais eficientes como meio para reduzir o consumo energético e as emissões de gases relacionados ao efeito estufa (Cabeza et al., 2022; Cabeza & Chàfer, 2020; Gonçalves & Duarte, 2006). Tem-se em pesquisas que o setor da construção civil é mundialmente responsável por 38% das emissões do dióxido de carbono, um dos gases do efeito estufa, enquanto 40% da energia produzida no Brasil é direcionada para o funcionamento e condicionamento do ar das edificações (Broer et al., 2022; Cabeza et al., 2022).

As tecnologias que podem reduzir as emissões dos gases do efeito estufa e o consumo energético são classificados em três tipos: as tecnologias “suficientes”, que não demandam energia para funcionar pois utilizam estratégias passivas e reduzem a demanda energética; as “eficientes”, que utilizam melhor a energia, sendo possível o uso de sistemas artificiais e reduzindo o consumo; e as

“renováveis”, que aumentam a resiliência das edificações às mudanças climáticas e reduzindo as emissões do CO₂ (Cabeza et al., 2022; Cabeza & Chàfer, 2020; Gonçalves & Duarte, 2006).

Essas tecnologias são aplicadas no ambiente construído de diferentes formas, desde o uso de equipamentos até elementos construtivos. Todavia, Corbella e Corner (2011), Lamberts et al. (2014) e Romero (2013) concordam que a melhoria da envoltória das edificações faz parte desse processo de redução e apontam a contribuição da arquitetura bioclimática para essa redução, pois busca adaptar o projeto ao clima (Corbella & Corner, 2011; Lamberts et al., 2014; Romero, 2013).

Lamberts et al. (2014) propõem a definição do “Partido Bioclimático” para guiar a tomada de decisão, de modo que utiliza estratégias passivas, integra estratégias ativas quando necessário e inclui o uso de simulação computacional para verificar os desempenhos ao final desse processo. Os autores informam que o desempenho deve ser considerado desde a concepção do projeto utilizando um partido de projeto que integre o desempenho.

Na literatura sobre processo de projeto, a adoção de partidos, ou geradores primários, são apontados como estratégia útil para a geração de soluções projetivas pois permitem hierarquizar as estratégias, reduzindo o número das soluções possíveis e ajudando a lidar com os problemas mal definidos – caracterizados por serem multidisciplinares, inconsistentes, complexos, impossíveis de serem totalmente definidos e que tornam o processo de projeto cíclico e sem solução clara (Cross, 2021; Lawson, 2005).

Deste modo, a adoção do partido bioclimático contribui reduzindo a busca por soluções mais adequadas, ao mesmo tempo que mantém as qualidades que impactam no desempenho. Além do mais, a antecipação de decisões que impactam o desempenho para as etapas iniciais do processo de projeto proporcionam resultados melhores e menos retrabalho. (Albuquerque, 2006; Cândido, 2012; Corbella & Corner, 2011; Lamberts et al., 2014; Rodrigues & Pedrini, 2017; Romero, 2013; Souza, 2020)

Todavia, Lamberts et al. (2014) informam que climas com verões e invernos intensos podem requisitar estratégias que são contraditórias lado a lado. Por isso é necessário que o projetista tenha experiência e conhecimento multidisciplinar para conciliar estas estratégias bioclimáticas e utilizar as ferramentas adequadas de validação por meio da simulação computacional. Corroborando com o autor,

Albuquerque (2006) observou que profissionais que desenvolvem interesse e compreensão sobre o tema aplicam a arquitetura bioclimática mais cedo e realizam projetos com maior desempenho, mesmo sem aplicação da simulação computacional.

Lamberts et al. (2014) posicionaram a simulação computacional no fim do processo de projeto bioclimático, servindo como ferramenta de validação das estratégias e verificação do desempenho atingido. Entretanto a computação não está limitada às fases finais do processo de projeto: ela está inserida em todo o processo de projeto. Nos projetos assistidos por computador, ela proporciona a visualização e a testagem, permitindo solucionar e melhorar suas propostas e soluções de projeto (Kowaltowski et al., 2006). Schumacher (2008) propôs uma arquitetura de vanguarda e cientificista baseada em ferramentas e soluções paramétricas (baseadas em parâmetros) e computacionais para lidar com a complexidade da atualidade.

A literatura apresenta exemplos da integração entre a simulação e as fases iniciais de projeto utilizando as ferramentas computacionais. Costa et al., (2021) afirma que a simulação térmica foi integrada ao projeto com ferramentas paramétricas e algorítmicas de otimização. Essa integração, proposta por esses autores, otimizou a geometria e características físicas de um edifício de escritórios e ao fim utilizaram ferramentas de visualização para observar as várias soluções geradas e selecionar as mais interessantes. Souza (2020) avaliou o uso de ferramentas de simulação termoenergéticas nas fases iniciais de projeto com profissionais e alunos de graduação e percebeu que essas ferramentas possibilitaram melhorar o desempenho das edificações.

Com base nos autores, a simulação computacional é uma ferramenta a ser utilizada nas fases iniciais. Além disso, ela pode ter papel educativo pois permite a testagem das propostas e visualização dos resultados (Gonçalves & Duarte, 2006; Souza, 2020). Contudo, ainda é afetado pelas mesmas barreiras técnicas, como a demanda conhecimento especializado, capacidade de interpretação dos resultados e dados que estão relacionados com fases finais, como materiais e acabamentos das vedações (Albuquerque, 2006; Gonçalves & Duarte, 2006; Lamberts et al., 2014; Souza, 2020).

Portanto, nesta dissertação, o problema de pesquisa abordado consiste na interface entre ferramentas de design digital e as habilidades de projetistas pouco experientes no uso de tais ferramentas e na análise de desempenho térmico, para a tomada de decisões durante as fases iniciais de projeto.

Com base nisso, foi formulada a questão pesquisa, 'como utilizar o design digital, nas fases iniciais do processo de projeto, para beneficiar o desempenho térmico de habitações verticais?'. Restringe-se esta pesquisa às vedações verticais exteriores, visto que nesse tipo de edifício a área de superfície de parede é maior e tem menos interferência do desempenho do telhado (Mascaró, 1985). Selecionou-se o Design Science Research como método para o desenvolvimento da pesquisa por ser um método prescritivo e voltado a responder questões originadas nas necessidades de profissionais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um artefato digital para auxiliar na tomada de decisão nas fases iniciais de projeto de edifícios residenciais, levando em consideração o desempenho térmico de fechamentos verticais de habitações multifamiliares.

1.2.2 Objetivos Secundários

1. Investigar variáveis que impactam no desempenho térmico das vedações verticais de habitações.
2. Identificar em que fase e quais variáveis de vedações externas os projetistas consideram no processo de projeto de edifícios.

1.3 LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES

O trabalho recorta e focaliza na zona bioclimática três (ZB3) por ser a região de estudo do trabalho e onde o programa de pós-graduação se situa, as regiões de Maringá-Pr e Londrina/PR. Limita-se a estudar o desempenho de paredes e janelas, conseqüentemente, direcionando-se para edifícios com múltiplos pavimentos, pois o impacto da cobertura é menor nesse tipo de edificação.

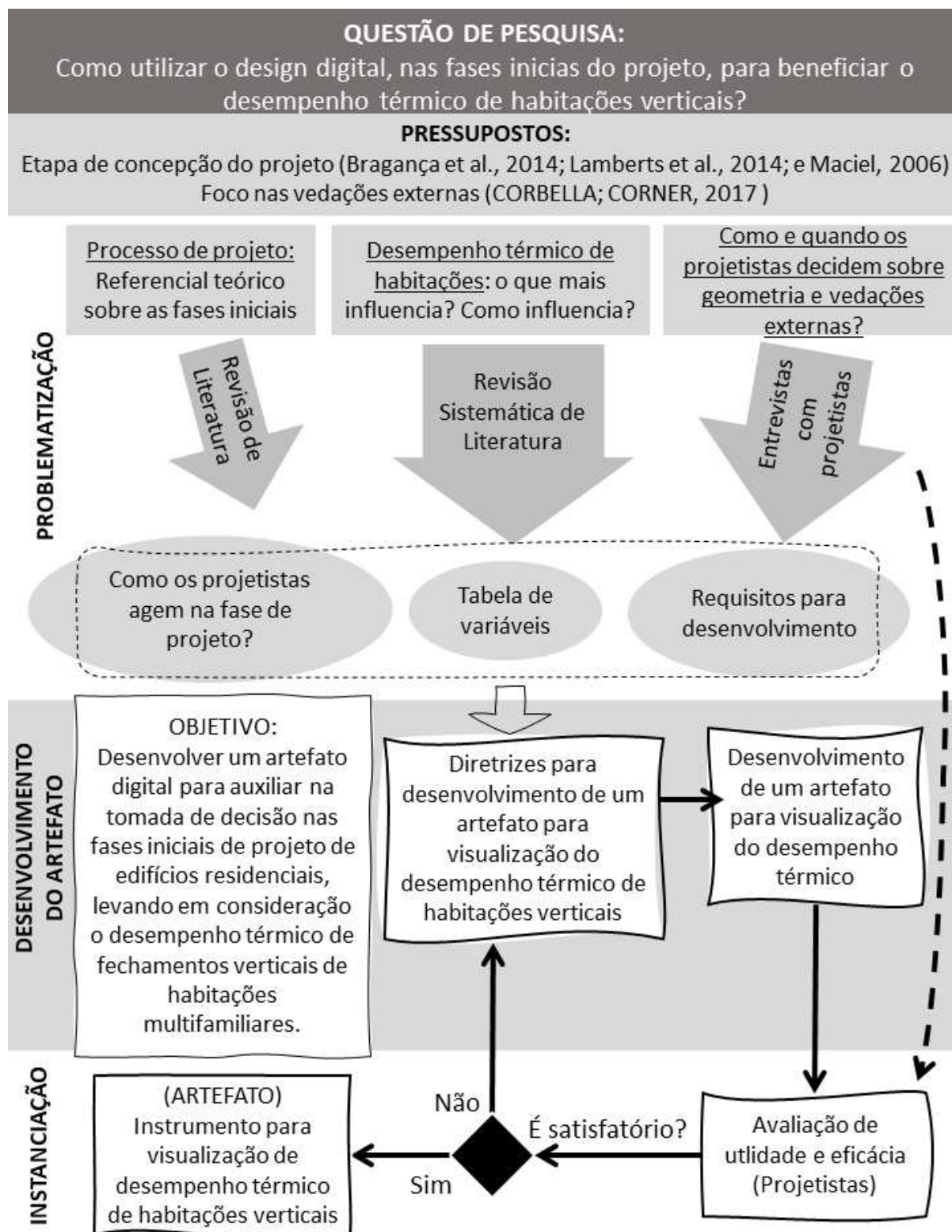
1.4 DELINEAMENTO DE PESQUISA

A Figura 1 apresenta o delineamento da pesquisa, baseado no método *Design Science Research*. A partir da questão de pesquisa e os pressupostos levantados, na fase de problematização identificou-se a necessidade de compreender o fenômeno do desempenho térmico das habitações para identificar os fatores que o afetam, o processo de projeto e necessidades dos projetistas para tomar decisões relacionadas a geometria da edificação e vedações externas.

Esses temas foram estudados na etapa de problematização, a partir de uma revisão sistemática de literatura sobre variáveis térmicas de paredes e janelas de habitações; uma análise da literatura sobre o processo de projeto; e entrevistando 4 projetistas acerca de seu processo de projeto, desempenho térmico e levantando requisitos para o artefato. Com esses dados desenvolveu-se o artefato utilizando principalmente o *Rhino3D* (Robert McNeel & Associates, 2023) e a biblioteca *LadybugTools* (v. 1.5.0), e o motor de cálculo termoenergético no software *EnergyPlus*, que ao final foi testado e avaliado pelos participantes entrevistados.

O artefato foi desenvolvido com base nas diretrizes elaboradas a partir da análise dos dados coletados nas entrevistas e na síntese decorrente da RSL sobre variáveis térmicas de paredes e janelas. Após concluído o seu desenvolvimento, foi realizada a instanciação para testar o artefato de forma sistematizada com os mesmos participantes das entrevistas da problematização. As análises e respostas dadas nessa fase foram utilizadas para revisar e melhorar as diretrizes e o artefato final.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa estruturado pelo DSR



Fonte: o próprio autor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Parte da etapa de problematização do DSR foi desenvolvida por meio de revisão sistemática de literatura sobre desempenho térmico das habitações e uma revisão exploratória sobre a tomada de decisão durante a fase (processo) de projeto.

Neste capítulo apresenta-se, primeiramente, uma discussão sobre o processo de projeto o caracterizando e focando nos problemas de projeto investigados. Em seguida, desenvolve-se um breve histórico sobre a arquitetura bioclimática destacando a inclusão da simulação nesse processo. Posteriormente, destaca-se as informações relevantes para a pesquisa sobre o desempenho térmico das habitações, utilizando a NBR 15220 e a NBR 15575. Por fim evidencia-se o resultado da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), sobre as variáveis que impactam no desempenho térmico de habitações apresentado as variáveis selecionadas, o seu impacto e recomendações.

2.1 PROCESSO DE PROJETO

Lawson (2005) descreve o processo de projeto a partir da definição do problema que dá início a uma fase cíclica em que acontecem a análise, a avaliação, a síntese, até a formulação de uma solução. Neste processo, o autor destaca a necessidade de saídas eventuais do processo cíclico para retornar ao problema, pois novas variáveis podem ser acrescentadas e gerar uma melhor aproximação ou redefinição do problema. O autor descreve essa fase cíclica a partir das ações que os projetistas mais realizam enquanto projetam, propondo soluções que são analisadas, avaliadas e sintetizadas com novas soluções. Todavia, Lawson (2005) informa que essa descrição é uma simplificação que tenta ilustrar um raciocínio complexo, que não tem necessariamente uma ordem totalmente clara.

O processo coevolutivo apresentado por Dorst e Cross (2001) ajuda a ilustrar a evolução do problema e solução que acontece nos ciclos do projeto. Esses autores consideram que existem dois campos que são desenvolvidos em paralelo, o dos **problemas** e o das **soluções**. Neles os problemas iniciais geram uma solução inicial e novas informações alimentam os problemas de projeto, gerando uma nova solução e novos dados para o problema. Esse processo coevolutivo faz com que a solução e o problema sejam esclarecidos e qualificados no decorrer do processo.

Cross (2021) e Lawson (2005) ainda observam que esse processo de busca de soluções para o problema de projeto é complementado pelo processo criativo, que é descrito em cinco partes: reconhecimento (do problema), preparação (busca ativa pela compreensão do problema), incubação (onde é deixado o consciente e subconsciente trabalharem), iluminação (quando uma solução ou ideia vem ao consciente) ou “salto criativo”, e verificação (Cross, 2021; Lawson, 2005).

No entanto, Cross (2021) e Lawson (2005) acrescentam que o processo criativo é inconsistente e imprevisível, pois não há garantia de que ele ocorra no tempo esperado ou apresente uma solução satisfatória para o problema. Cross (2021) considera o processo criativo como um método que pode ser utilizado como parte do processo de projeto visando solução de problemas e subproblemas.

Lawson (2005) ressalta que, reconhecendo a complexidade do processo de projeto, há necessidade de ações organizadas para o desenvolvimento de projetos. Para tanto, esse autor considera importante reconhecer algumas características essenciais: (1) depende de encontrar e solucionar problemas; (2) é um processo infinito; (3) é falível; (4) envolve julgamento subjetivo. (Lawson, 2005, p. 123–125). E essas características decorrem dos problemas de projeto.

Para Lawson (2005), os problemas de projeto de arquitetura são requisitos, restrições e objetivos de projeto, ao mesmo tempo são interativos, multidimensionais e multifuncionais em um único produto. O autor considera que os problemas de projeto têm origem nos agentes do projeto (cliente, usuário, projetista, legislação), suas restrições internas ou externas, restrições e qualidades do lote, dentre outras.

Na mesma linha, Cross (2021) considera que esses problemas de projeto são problemas “mal definidos”, que possuem as seguintes características: (1) *não existe uma formulação definitiva do problema*, (2) *qualquer formulação pode incorporar inconsistências*, (3) *a formulação dos problemas é dependente de solução*, (4) *propor soluções implica em compreender o problema* e (5) *não há solução definitiva para o problema* (Cross, 2021, p. 17).

Sendo assim, observando os problemas de projeto, é detectada a dependência entre o problema e a solução; que uma solução definitiva para o problema pode não existir; que o processo de projeto pode ser infinito e sem solução; e que os problemas de projeto podem conter incertezas, mutabilidade, inconsistências e subjetividade. Mas como profissionais de projeto abordam o problema de projeto?

Moneo (2008) analisou o processo de projeto de Frank Gehry e o define como um processo escultórico em que, primeiro, o arquiteto desenha a forma a mão livre, sem plantas ou cortes, então segue para a produção de maquetes físicas utilizando papel dobrado para criar os volumes e finaliza utilizando ferramentas digitais para auxiliar na confecção da obra. Segundo o autor, essa estratégia impacta diretamente na sua obra pois os desenhos a mão livre permitem Gehry encontrar as formas a serem testadas a partir das maquetes físicas e estas permitem o arquiteto a utilizar volumes primitivos devido as suas características estruturais e auxiliam o projetista a visualizar o volume, tomar decisões e realizar alterações.

Com base no exposto, percebe-se que o processo de projeto de Frank Gehry inclui diferentes táticas para explorar a geometria de seu projeto. O uso do desenho é uma ferramenta útil para a geração e análise de propostas, permite encontrar os “detalhes críticos” e é uma habilidade requisitada aos projetistas como um meio de comunicação. Com o uso das maquetes Gehry lida com a forma, colocando-se na perspectiva do usuário ao mesmo tempo que integra princípios estruturais com o resultado estético a partir da combinação das formas em papel (Cross, 2021; Lawson, 2005).

Outras táticas recomendadas por Cross (2021) são criar uma árvore de objetivos para defini-los de forma clara, identificar as oportunidades utilizando a perspectiva do usuário; analisar e estabelecer as funções de forma clara; determinar e especificar os requisitos e as qualidades; considerar a geração de soluções a partir com uma tabela morfológica.

Cross (2021) e Lawson (2005) informam que os projetistas utilizam a estratégia do **gerador primário**, também conhecida como o conceito ou partido de projeto, para reduzir as múltiplas soluções como ponto de partida para desenvolver o projeto a partir de decisões e restrições estratégicas. Os autores informam que esse gerador primário permite explorar melhor os problemas a partir de conjecturas e analisar os resultados. Além disso, Lawson (2005) acrescenta que esse gerador pode ser abandonado conforme o projetista compreende melhor os problemas de projeto.

Lawson (2005) complementa que o gerador primário pode ter origem em alguns fatores: nos problemas de projeto que podem determinar requisitos e hierarquia; nas restrições que ajudam a delimitar o espaço das soluções possíveis; no programa do projeto que pode implicar em restrições formais. Outra origem é uma fonte externa do problema, como o terreno, características do entorno do projeto,

elementos simbólicos e questões técnicas.

O gerador primário também pode surgir do projetista: é esperado que o projetista deve incluir características pessoais e de um artista ao processo de projeto, podendo ser sua estética, crenças, preferencias, ou interesses ao processo e indo além da sua função tecnicista (LAWSON, 2005). Portanto, o profissional analisa e soluciona os problemas de projetos com conhecimento técnico e inclui algo pessoal. Ou seja, projetistas prescrevem soluções para os problemas de projeto a partir de uma percepção própria.

O *RIBA Plan of Work* (RIBA, 2020) apresenta um guia de como esse processo pode ser realizado de forma prática. O plano de trabalho do RIBA reconhece que o processo de projeto tornou-se complexo e que diferentes profissionais têm diferentes visões desse processo. Logo, há necessidade de um mapa ou organização do processo para reduzir ineficiências na condução do projeto, principalmente por envolver equipes multidisciplinares. O plano define uma série de oito estágios para projetos de edificações que vão da concepção até o seu uso: (0) *definição de estratégias*, (1) *preparação e levantamento de dados*, (2) *conceito arquitetônico*, (3) *coordenação espacial*, (4) *detalhamento técnico*, (5) *construção e execução*, (6) *entrega* e (7) *uso*. Cada estágio tem tarefas obrigatórias a serem realizadas e dados que devem ser produzidos e compartilhados entre os profissionais envolvidos.

Os estágios 0 e 1 focam na proposta de projeto, conciliação com o cliente e levantamento de dados que, conseqüentemente, vão guiar as decisões e objetivos dos estágios posteriores. O estágio 0 prioriza o levantamento de requisitos do cliente e o estágio 1 a preparação e levantamento de dados técnicos necessários, apontando a conciliação do cliente com as possibilidades encontradas pelos projetistas a partir do levantamento de dados, análise do lote, orçamento e outras demandas. Ao final é produzindo o Briefing (*project brief*), um documento organizado que descreve as decisões dessa fase. Este documento recebe, ainda, novas informações e alterações com os estudos e decisões de cada novo estágio realizado.

Os estágios 2 ao 4 são descritos como atividades projetivas. O estágio 2 objetiva determinar o conceito arquitetônico alinhado ao projeto proposto e aos requisitos espaciais esperados. Para esse conceito são utilizadas 'regras práticas' (*rules of thumb*) para alcançar essa proposta conciliadora que servirá de guia para os próximos estágios. O estágio 3 objetiva a organização espacial que vai balizar o desenvolvimento dos projetos complementares considerando as técnicas construtivas

e materiais. O estágio 4 refere-se ao detalhamento técnico reunindo informações técnicas necessárias à execução da edificação. É importante ressaltar que a execução dessas atividades se sustenta no *brief* produzido. Logo, as informações necessárias precisam ser levantadas e inseridas a cada fase nesse documento, para guiar as próximas etapas.

2.2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Givoni (1992) propôs o uso da “carta bioclimática” para avaliar o clima externo de um local permitindo fazer um diagnóstico e selecionar as estratégias necessárias para a edificação ser confortável de forma principalmente passiva. O autor diferencia os países desenvolvidos (clima frio) e os de clima quente devido a “zona de conforto”, que é uma zona onde uma pessoa sentada se sente confortável termicamente. Esta carta recomenda o uso das estratégias de ventilação natural, ventilação mecânica, ventilação convectiva noturna, de massa térmica, de resfriamento evaporativo e de resfriamento evaporativo indireto pelas coberturas.

Para climas quentes e úmidos Givoni (1994) recomendou estratégias diferentes e apontou que a sua carta deve ser adaptada a esse clima devido a características dos usuários. As estratégias são: uso de ventilação natural cruzada sempre que possível considerando o ângulo de incidência, podendo ser perpendicular ou oblíquos (entre 30 e 120°) e ainda criar parede de vento para direcioná-lo; a orientação dos ambientes é importante pois relaciona a ventilação natural e o movimento do sol, que impacta nas próximas estratégias; utilizar varandas na orientação leste a oeste para sombrear as aberturas e paredes quando possível; utilizar paredes brancas para reduzir a captação de calor; utilizar janelas verticais quando possível; utilizar a estratégia de massa térmica pois reduz a temperatura máxima do ambiente interno. O autor informa que a altura do edifício e a velocidade do vento também estão relacionados, por isso recomendando edificações em palafitas com altura próxima de 2,5 m para evitar o impacto da vegetação e outras barreiras.

Destaca-se o caráter prescritivo que as cartas bioclimáticas de Givoni (1992, 1994) trazem ao processo de projeto, informando estratégias que devem ser utilizadas a partir das características climáticas do local. Gonçalves e Duarte (2006), Keeler e Burke (2010) e Cabeza e Chàfer (2020) ressaltam que um processo de projeto depende das decisões iniciais no qual deve-se dar preferência às estratégias

passivas adequadas, só após isso, utilizar estratégias ativas.

Gonçalves e Duarte (2006) apontam a importância do contexto urbano e as diferentes escalas do projeto, podendo inviabilizar estratégias ideais para o clima que não podem ser aplicadas. Deste modo, as estratégias devem ser adaptadas ao lote considerando sua complexidade. Gonçalves e Duarte (2006, p. 53-54) afirmam que a fase conceitual deve incluir “a orientação solar e dos ventos, forma arquitetônica [...], características ambientais [...] entorno imediato, materiais estruturais [...] vedações [...] e cores, tratamento da fachada e sombreamento, áreas envidraçadas e de abertura” dentre outros.

Lamberts et al., (2014) propõem o projeto de arquitetura bioclimática que utiliza estratégias passivas e integradas com estratégias ativas quando necessário, caracterizando um “Partido Bioclimático” que norteia as decisões projetivas desde sua concepção. Isso só é possível a partir da compreensão da bioclimatologia, que estuda os fenômenos biológicos, humanos e climáticos aplicando esses conhecimentos ao ambiente construído e utilizando a sua carta adaptada. Logo, esse partido surge a partir das coletas de dados e análises iniciais do local do projeto referente ao clima e às soluções adequadas e ideais para o local e clima, conseqüentemente impactando no desempenho. Por fim, valida o projeto utilizando ferramenta de simulação durante a fase de anteprojeto.

Brigitte e Ruschel (2016) propõem um processo de projeto baseado em desempenho que incluem a simulação computacional. As autoras apresentam um processo que observa as variáveis construtivas e suas relações com seis requisitos de projeto: consumo de água, a acessibilidade, os confortos acústico, luminoso, térmico e o consumo de materiais. Esse processo é dividido em três fases: análise, onde são levantados os requisitos de desempenho, síntese, na qual é apresentada a proposta de projeto, avaliação, na qual acontece a utilização das ferramentas de simulação em série para cada requisito. Caso a proposta esteja satisfatória ela pode seguir para o detalhamento, caso contrário é necessário alterar o projeto e suas variáveis. Essas autoras destacam ainda que os softwares não se interpolam e que os materiais devem ser considerados nas fases mais iniciais de projeto, não restringindo-se ao detalhamento.

Entretanto, Lamberts et al., (2014) afirmam que o desempenho energético é um assunto complexo devido a necessidade de adequar a edificação ao ambiente e, como as soluções podem ser contraditórias em diferentes períodos do

ano, o profissional deve ter domínio teórico e empírico sobre o tema para integrar as soluções da forma mais eficiente. Assim justificam a necessidade do uso da simulação, como ferramenta de comparação e validação das escolhas e estratégias aplicadas na fase do anteprojeto arquitetônico.

A experiência profissional e compreensão do tema é reforçada por Albuquerque (2006), que detectou, a partir de entrevistas com profissionais brasileiros e europeus, como eles integram a bioclimatologia em seus projetos, como os projetistas que mais compreendem e estudam sobre o tema alcançam edificações mais eficientes, levando em consideração as motivações pessoais e sociais dos projetistas, a compreensão dos fenômenos físicos, experiências pessoais. Além disso, seus entrevistados apontaram “que a maior parte do desempenho da solução final depende de decisões básicas de projeto” (Albuquerque, 2006. p. 176). Da mesma forma, a autora detectou motivos que impedem integração da bioclimatologia ao projeto, como a falta de confiança devido à falta de conhecimento técnico, falhas na educação, dissociação do projeto com as questões ambientais e as restrições dos códigos de obras.

Souza (2020) propõe a inclusão da ferramenta de simulação na fase de concepção utilizando modelos simplificados e indo além de trazer a tomada de decisão sobre variáveis que impactam no desempenho térmico para a mesma fase. Essa proposta traz a possibilidade da tomada de decisão mais precisa pois aproveita as possibilidades tecnológicas.

Deste modo, a arquitetura bioclimática prescreve estratégias a partir do clima em que o projeto se situa. Com a evolução tecnológica surgiram propostas para que a simulação térmica fosse incluída como ferramenta de verificação do desempenho nas fases finais de projeto. Souza (2020) vai além disso e insere a simulação térmica nas fases iniciais de projeto.

2.3 DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES

No Brasil, a NBR 15220-3:2005 “Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro” foi introduzida com caráter orientativo e apresenta o zoneamento bioclimático nacional dividido em oito zonas bioclimáticas com diretrizes construtivas próprias para habitações unifamiliares de interesse social. Essas diretrizes se referem a estratégias de condicionamento térmico passivo,

características térmicas e construtivas de paredes, aberturas, sombreamento e coberturas.

Essas zonas surgem a partir de uma carta bioclimática adaptada para o Brasil a partir da carta de Givoni (1992) considerando as médias mensais das temperaturas máximas e mínimas. Além disso, a normativa também apresenta o método para classificar novas cidades.

A NBR 15575:2008 “Edificações Habitacionais – Desempenho” foi a primeira normativa a tratar do desempenho das habitações com caráter obrigatório e foi atualizada nos anos de 2013 e 2021. Esta norma também trata do desempenho térmico dessas habitações e depende da NBR 15220 como base para definição de grandezas e utiliza o seu zoneamento bioclimático como referência.

Entretanto é necessário apontar as críticas a esse zoneamento, em especial a zona bioclimática 3 (ZB3). Bogo (2016) apresenta críticas a ambas as normativas, a NBR 15220-3:2005 e a NBR 15575 Parte 4 e Parte 5 de 2013. Para a primeira normativa, o autor aponta que a carta bioclimática adaptada não recomenda o uso da estratégia de sombreamento e que não é recomendado o sombreamento das aberturas para a ZB3 ao mesmo tempo que é recomendado para as zonas mais quentes (ZB4 até ZB8). Foi visto que o sombreamento de aberturas e paredes é relevante para Givoni (1994).

Bogo (2016) critica a variação da altitude e os diferentes períodos de calor definidos pelo método de Método das Tabelas de Mahoney para cidades agrupadas na ZB 3. Isso é visto na ZB3, que contempla cidades litorâneas e do interior do país como Florianópolis, São Paulo e Londrina.

Para além das zonas bioclimáticas, Bogo (2016) critica características térmicas dos materiais utilizadas nas NBR 15575, pois considera que a transmitância admissível da cobertura leve isolada ($U \leq 2 \text{W/m}^2\text{K}$) é muito alta; falta a recomendação de elementos móveis para sombreamento durante o verão para as ZBs 1, 2 e 3; falta definição da capacidade térmica e atraso térmico de coberturas; e elevado valor de transmitância térmica para parede e cobertura. Além disso, o autor recomenda a obrigatoriedade da ventilação cruzada em mais ambientes como banheiros e cozinha.

Roriz (2012, 2014) produziu propostas de zoneamento bioclimático, alterando os critérios apresentados, o método e considerou dados de mais cidades. O autor considera que é necessária uma revisão, pois afirma que foram utilizadas apenas 300 cidades como base para o zoneamento da NBR 15220-3, abrindo a

possibilidade de incertezas, em detrimento de sua relevância. Entretanto, Roriz aponta a complexidade de construir esse zoneamento, pois o aumento da sensibilidade também dividiu uma mesma cidade em três zonas diferentes. Amorim e Carlo (2017) apresentam como o método de classificação e a fonte dos dados impactam na classificação.

Walsh et al. (2023) propõem um zoneamento bioclimático para o Brasil com dez zonas, baseado no desempenho das habitações. Os autores simulam cinquenta variações de unidades habitacionais térreas em 298 localidades a partir do arquivo climático e analisam cinco parâmetros diferentes: a carga térmica de aquecimento e resfriamento, as horas em desconforto por frio e por calor e número de horas com risco de crescimento de mofo de APPs (p. 5). Com o resultado das simulações, os autores dividiram as zonas em dois grupos considerando a necessidade de aquecimento entre as habitações. Em seguida, realizaram a análise estatística considerando o desempenho das edificações e delimitaram as zonas manualmente considerando limites municipais, variações de temperatura e topografia com ajuda de especialistas (p. 5-6). Ao fim, chegaram a quatro grupos com o total de dez zonas bioclimáticas, “zonas com frio e calor, zona de transição, zonas quentes e secas, zonas quentes e úmidas” (Walsh et al. , 2023, p. 7).

A NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho (ABNT, 2021) trata da segurança, sustentabilidade e habitabilidade das habitações, incluindo o desempenho térmico. Para este, são apresentados dois métodos de avaliação, o simplificado e por simulação, além dos níveis de desempenho (inferior, intermediário e superior). O primeiro método fica restrito ao nível mínimo de desempenho, enquanto o método por simulação permite classificar todos os níveis de desempenho.

No método simplificado são prescritas propriedades térmicas referente as coberturas, paredes e janelas das áreas de permanência prolongada considerando sua zona bioclimática. Tendo em vista a limitação do trabalho focando na zona bioclimática três (ZB3), as Tabela 1 e Tabela 2 apresentam as prescrições para paredes e janelas para edificações localizadas na ZB3.

A Tabela 1 apresenta as características de transmitância térmica e capacidade térmica condicionadas pela absorvância à radiação solar. Verifica-se que as paredes com cores ‘escuras’ ($\alpha > 0,6$) devem ter transmitâncias térmica menor em comparação com paredes de cores ‘claras’ ($\alpha \leq 0,6$).

Tabela 1 – Critério para paredes para ZB3 segundo NBR 15575-4:2021

Critérios	Valores	
Absortância à radiação solar	Se $\alpha \leq 0,6$	Se $\alpha > 0,6$
Transmitância térmica	$U \leq 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Capacidade térmica	$Ct \geq 130 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	$Ct \geq 130 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

Fonte: Tabelas 13 e 14 (NBR 15575-4:2021)

A Tabela 2 apresenta os elementos transparentes que estejam condicionados à área de piso do ambiente de permanência prolongada (APP). Acrescenta-se que para latitudes inferiores a -15° são permitidas aberturas de até 30% da área do piso com limite de até 6 m^2 quando a área for superior aos 20 m^2 , de acordo com a norma NBR 15575-4:2021. Além disso, existe a possibilidade de aberturas maiores caso sejam utilizados vidros de alta performance ou sombreadores horizontais sobre as janelas considerando o ângulo vertical de sombreamento (ABNT, 2021). Portanto, incentiva-se as aberturas horizontais com os sombreadores e a escolha de diferentes tecnologias para as janelas. Para outras situações, além dessas descritas, é necessário mudar para o procedimento de simulação computacional.

Tabela 2 – Critérios para elementos transparentes e Janelas para a ZB3 segundo NBR 15575-4:2021

Critérios	Valores Limites	
Percentual de abertura para ventilação	$\geq 7,0\%$ da área de piso	
Área de piso da APP	$\leq 20,0 \text{ m}^2$	$> 20,0 \text{ m}^2$
Percentual de elementos transparentes	$\leq 20\%$	-
Área de superfície dos elementos transparentes	-	$\leq 4,0 \text{ m}^2$

Fonte: Tabelas 15 e 16 (NBR 15575-4:2021)

Para o procedimento de simulação computacional, a NBR 15575-1 (ABNT, 2021), utiliza outras variáveis para avaliar o desempenho do edifício: o percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT); a redução da carga térmica total (RedCgTT); a temperatura operativa anual máxima e mínima dos ambientes de permanência prolongada (quartos e sala de estar) da unidade habitacional (TomáxUH e TomínUH).

A faixa de temperatura operativa é determinada pela média anual da temperatura externa de bulbo seco do arquivo climático utilizado. São três faixas possíveis: a faixa do intervalo 1 com a temperatura operativa do APP entre 18°C até 26°C , a faixa do intervalo 2 com a temperatura operativa do APP abaixo de 28°C e a

faixa do intervalo 3 com a temperatura operativa do APP abaixo de 30°C.

Os ambientes transitórios devem ser inclusos na modelagem, porém não são considerados na avaliação. Para realizar a simulação é necessário criar dois modelos, o real e o de referência, e simulá-los com e sem ventilação natural, obtendo quatro resultados quatro diferentes. O modelo de referência tem características construtivas específicas e o seu resultado deve fornecer o valor base para determinar desempenho do modelo real. É exigido que a edificação seja simulada durante o período de um ano completo, mas considerando e analisando somente as horas onde esses ambientes serão ocupados.

Por fim, o procedimento de simulação computacional permite maior liberdade nas escolhas projetivas e é mais preciso, pois o profissional pode tomar diversas decisões relativas ao projeto sem que sejam limitadas por valores específicos e desde que atenda ao desempenho mínimo. Em contrapartida, é um método rigoroso e demanda conhecimento especializado.

2.4 VARIÁVEIS TÉRMICAS – REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A revisão sistemática de literatura nas bases SciELO e SCOPUS (descrição detalhada no Capítulo 3) forneceram algumas informações sobre as características que mais impactam no desempenho térmico das habitações e, sempre que possível, priorizou-se os resultados recomendados para a ZB3. A Tabela 3 apresenta os artigos da base SciELO identificados e suas respectivas zonas bioclimáticas e a Tabela 4 apresentam os artigos selecionados da Base Scopus.

Tabela 3 – Identificação dos artigos da base SciELO

ID	TÍTULO	TIPO	ZB	AUTOR
1	Análise da correlação entre conforto e desempenho térmico em habitações de interesse social por simulação computacional	T	3, 5, 6, 8	Santos et al., (2020)
2	Análise de incertezas físicas em simulação computacional de edificações residenciais	T	2	Silva et al., (2017)
3	Análise e compatibilização dos métodos simplificado e por simulação da NBR 15575: zona bioclimática 2	V	2	Soares e Silva (2017)
4	Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura	Vários	1 a 8	Bavaresco et al (2021)
5	Comportamento térmico de fechamentos em alvenaria estrutural para a Zona Bioclimática 2 brasileira	V	2	Santos et al. (2015)

6	Desempenho térmico de envoltórias vegetadas em edificações no sudeste brasileiro	2 P	3	Matheus et al. (2016)
7	Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras	V	1 a 8	Ferreira et al., (2017)
8	Otimização multiobjetivo das dimensões dos ambientes de uma residência unifamiliar baseada em simulação energética e estrutural	2 P	3	Fonseca et al (2017)
9	Otimização multiobjetivo orientada ao desempenho térmico para o projeto de edificações de baixo consumo de energia na Região Sul do Brasil	T	1	Linczuk e Bastos (2020)
10	Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES	V	8	Nico-Rodrigues et al. (2015)

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. / 2 P = 2 Pavimentos.

Fonte: o próprio autor.

Tabela 4 – Artigos da Base SCOPUS

ID	TÍTULO	TIPO	LOCAL	AUTORES
11	<i>Building envelope and energy saving case study: A residential building in Al-Riyadh, Saudi Arabia</i>	3P	Riyadh, Arabia Saudita	Al-Qahtani e Elgizawi (2020)
12	<i>Contribution to the evaluation of thermal insulation properties of a simple and a double window in a log building</i>	T	Nasavrky, República Checa	Fait et al., (2020)
13	<i>Energy consumption in intermittently heated residential buildings: Light Steel Framing vs hollow brick masonry constructive system</i>	T	Albergaria-a-Velha, Portugal	Roque et al., (2021)
14	<i>Energy performance diagnosis for the residential building façade in Algeria</i>	V	Biskra, Argélia	Rais, Boumerzoug e Baranyai (2021)
15	<i>Holistic approach to achieving low-energy, high-rise residential buildings</i>	V	Vancouver	Cianfrone, et al., (2016)
16	<i>Indoor temperature and relative humidity assessment of three construction systems for Dominican social housing in different micro-climates: A modelling study</i>	T	República Dominicana	Frómeta, et al., (2019)
17	<i>The impact of thermal mass on cold and hot climate zones of Portugal</i>	T	Portugal	Carlos (2017)
18	<i>Thermal responsive performances of a Spanish balcony-based vernacular envelope</i>	V	Barcelona	(Foged, 2019)

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. 3 P = 3 Pavimentos.

Fonte: o próprio autor.

Além dessas bases, foi realizada uma busca “bola de neve”, a partir do trabalho de Bavaresco et al., (2021) , por se tratar de uma revisão sistemática de literatura, para recortar os dados de interesse para a ZB 3. O resultado desta busca

encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Artigos incluídos a partir da revisão bola de neve

ID	Título	Tipo	Autor	ZB
SB1	<i>Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance</i>	M	Triana et al. (2015)	3 e 8
SB2	Desempenho térmico de habitação multifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em Maceió – AL	V	Batista et al. (2014)	8
SB3	Desempenho Térmico Em Habitações De Interesse Social Inseridas Na Cidade De Joinville E Recomendações Para Melhorias Dos Parâmetros Mínimos Construtivos 1	V	Cechinel et al. (2016)	3
SB4	<i>Thermal Performance of Social Housing-A Study Based on Brazilian Regulations</i>	T	Moreno et al. (2017)	1 a 8
SB5	<i>The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses</i>	2P	Pereira e Ghizi (2011)	2

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. / M = Múltiplos tipos. / 2 P = 2 Pavimentos.

Fonte: o próprio autor.

A análise dos artigos apresentados na revisão permitiram identificar as variáveis relacionadas às vedações que impactam o desempenho térmico. A Tabela 6 apresenta uma síntese dos resultados. Nela elaborou-se a média do impacto de cada variável encontrado em cada artigo, sendo utilizado somente o resultado para a zona bioclimática 3 sempre que possível. Os impactos foram classificados os valores de um (1) a três (3), indicando que quanto maior o impacto maior o seu valor. O valor zero (0) indica que essa variável foi citada ou recomendada, mas não foi possível classificá-la com os dados disponíveis no artigo. Os valores não inteiros são justificados pelos trabalhos que analisaram diversas cidades da mesma zona, em que a variável é estudada em sistemas diferentes, ou onde o impacto foi distinto entre as estações de estudo.

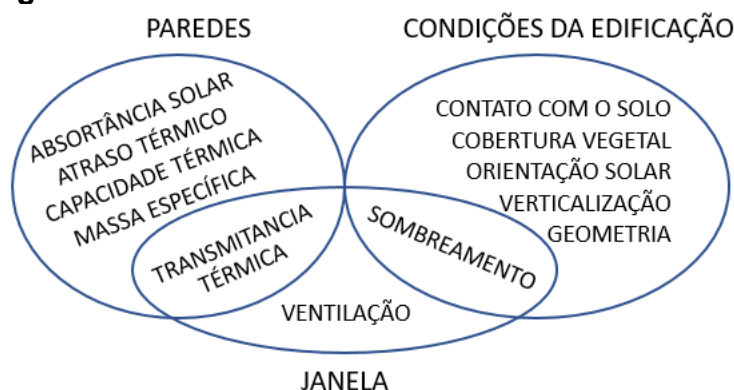
Tabela 6 – Impacto de cada variável nos artigos

ID	ATRASO TÉRMICO	CAPACIDADE TÉRMICA	OUTROS	SOMBREAMENTO	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA	VENTILAÇÃO	VERTICALIZAÇÃO	ABSORTÂNCIA SOLAR	ORIENTAÇÃO SOLAR	MASSA ESPECÍFICA	COBERTURA VEGETAL	GEOMETRIA	JANELA
1			2					3	1				
2			2			2	3	2		1			
3		2			2			3					
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5					1				2				
6		3									3		
7		3		1	1.5	3		3					
8												2.5	
9				1	3	2			3				
10						3	2		2				
11				2	2								
12					3								
13			3										
14			0			0			0				0
15			3		2								2
16					1	2							
17		3											
18			1										
SB1			0	0	0	0	0	3	1				
SB2						0	0						
SB3				1		3							
SB4								2					
SB5	2	3			2								
MÉDIA	2	2.8	2.2	1.3	1.9	2.5	2.5	2.7	1.8	1	3	2.5	2

Legenda: 0 – Há recomendação. 1 – Pouco impacto segundo o estudo. 2 – Impacto mediano segundo o estudo. 3 – Alto impacto segundo o estudo.

Fonte: do próprio autor.

Visando organizar as variáveis de uma forma lógica, foi elaborada a Figura 2, para representar como as variáveis identificadas se relacionam. Foram agrupadas em três grupos a partir dos fenômenos físicos de paredes, janelas e da edificação. No grupo Paredes foram consideradas as características termo físicas dos materiais; no grupo Janela foram consideradas as variáveis que se relacionam com as aberturas e janelas; e o grupo Condições da Edificação reúne características físicas do entorno, da forma da edificação e cobertura vegetal.

Figura 2 – Relacionamento das variáveis

Fonte: do próprio autor.

2.4.1 Limitações Desta Revisão

Destaca-se que foram considerados, em conjunto, artigos que apresentava estudos sobre habitações unifamiliares ou multifamiliares, reduzindo a precisão sobre o impacto das paredes e tendo influência do contato com solo e cobertura. Os métodos adotados nos estudos são variados, incluindo simulações, métodos estatísticos, diferentes métodos de medição do desempenho, medições *in loco* comparativos e revisão sistemática de literatura. O impacto dos artigos não foi balizado quantitativamente entre eles.

Foram selecionados artigos cujos estudos foram realizados em diferentes climas e por isso foi dada a preferência aos resultados para a ZB3 do artigo, quando possível. Algumas características tiveram valores indeterminados, o que leva a possíveis imprecisões.

Foi feita a busca de literatura pelo método *snowball* utilizando a revisão de literatura do artigo de Bavaresco et al. (2021), porém só foram considerados os artigos publicados em periódicos e em anais de congresso, sendo descartadas as dissertações e teses.

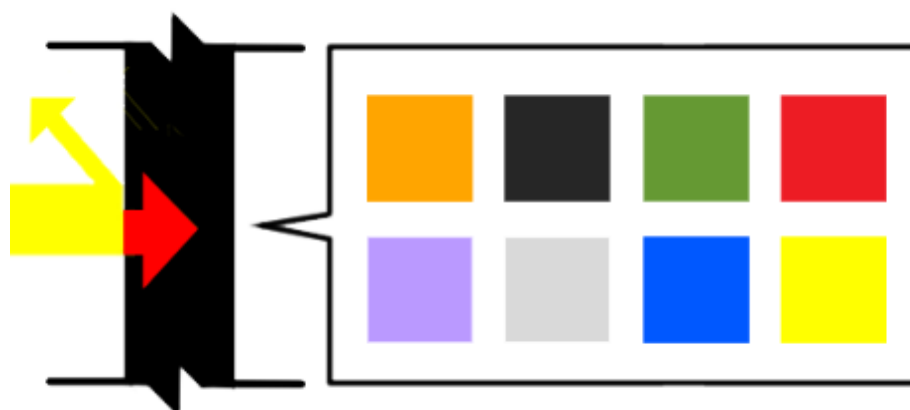
Além disso, foi acrescentada a variável 'fator solar' a partir da bibliografia por não ter sido detectada nos artigos selecionados (ABNT,2021, p.9; ABNT, 2005; Lamberts et al. , 2014; CB3E & ABIVIDRO, 2015).

2.4.2 Variáveis Estudadas

A **absortância à radiação solar** é uma característica de superfície dos materiais, representada pelo α , e está relacionada com as cores da superfície da

parede. Trata-se de uma decisão importante que pode envolver tanto o projetista quanto os clientes de acordo com as diretrizes do projeto. A absorvância é um coeficiente que pode variar de 0 a 1: quanto mais próximo do zero, menos radiação solar a superfície absorve. Lamberts et al. (2014) definem os valores 0,9 para superfícies escuras e 0,2 para superfícies claras, diferindo da NBR 15220:2005-1 (ABNT, 2005) que apresenta o valor de absorvância da cor preta de 0,97. A Figura 3 apresenta essa relação entre a radiação recebida, parte absorvida e parte refletida devido à cor.

Figura 3 – Representação para absorvância térmica



Fonte: do próprio autor.

No estudo de Soares e Silva (2017), a absorvância solar foi uma variável decisiva no desempenho da edificação. Esses autores detectaram que a absorvância média ($\leq 0,5$) é adequada para a ZB2, pois os ganhos e perdas de calor durante o ano se equilibram.

Para cidades da ZB3 são recomendados valores baixos ($\leq 0,3$), ou seja, cores claras (Bavaresco et al., 2021; Ferreira, Souza, & Assis, 2017; Moreno et al., 2017; T. L. dos Santos et al., 2020; Triana et al., 2015). Entretanto, ainda podem existir incertezas nessa variável, como apontado por Ferreira et al. (2017) que realizaram um estudo em três cidades de cada uma das zonas. Os autores detectaram que o melhor desempenho também pôde ser encontrado com valores altos ($\geq 0,7$) nos locais em que o desconforto por frio é maior, como no caso de Florianópolis e Ponta Porã, enquanto que em Belo Horizonte a recomendação foi de valores baixos.

Os resultados dos estudos apresentados apontam que a variável teria baixo impacto para a ZB3 por causa da variedade de estudos que recomendam

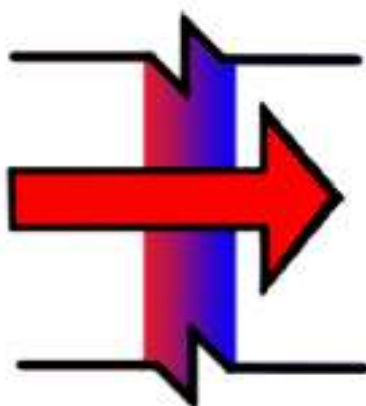
valores baixo até mediano, com casos específicos para alta absorvância. Isso se dá pela combinação das estratégias selecionadas e o clima, considerando que ainda existe o desconforto decorrente do inverno.

Conclue-se que a absorvância tem alto impacto no desempenho, como visto numericamente na Tabela 6, e que devem ter valores baixos na maioria dos casos. Porém ela pode sofrer interferência das condições locais e outras variáveis.

Nesse sentido, Dornelles (Dornelles, 2008; Dornelles et al., 2013) fez medições da absorvância à radiação solar de diversas cores e tipos de tintas. Esses valores também estão presentes no Anexo V (INMETRO, 2013) como referência para os projetistas. A autora aponta que a percepção visual das cores não representa a sua real absorvância e que as medições devem ser realizadas em laboratório.

A **Transmitância térmica** é uma característica termo física dos materiais que indica a quantidade de calor trocado entre faces opostas de um material e devem ser diferenciadas entre os opacos e transparentes. No caso da parede, essa troca acontece principalmente entre o ambiente externo e interno. Essa variável é determinada pela espessura e condutividade térmica dos materiais que compõem o sistema construtivo. É representada pela letra U e utiliza a unidade de W/m^2K (ABNT, 2005; ABNT, 2021; Frota & Schiffer, 2001). Figura 4 representa a transmissão do calor da face mais quente (esquerda) para face mais fria (direita).

Figura 4 – Representação da transmitância térmica



Fonte: do próprio autor.

Com base nisso, foi detectado que paredes com materiais com menor transmitância térmica (mais isolantes) melhoraram o desempenho energético da

edificação nos casos apresentados por Al-Qahtani e Elgizawi (2020), clima árido quente (Bwh), evitando o aquecimento do ambiente interno, e por Cianfrone et al., (2016), em Vancouver, Canadá (Cfb), evitando a saída do calor para o meio externo (Al-Qahtani & Elgizawi, 2020; Cianfrone et al., 2016). No segundo caso, a resistência térmica recomendada era maior que $9.5 \text{ ft}^2 \text{ F hr/BTU}$, aproximadamente, $1,67 \text{ m}^2\text{K/W}$ ou uma transmitância térmica de $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Entretanto, essa estratégia não é suficiente em situações em que o clima depende da ventilação natural e alta umidade, como apresentado por Frómata et al. (2019), para o caso de habitações térreas em diversos microclimas da República Dominicana. Pereira e Ghisi (2011) detectaram que na ZB3 a transmitância térmica tem pouca correlação com o desconforto térmico e perceberam que quanto menor o valor, melhor é o resultado.

Soares e Silva (2017) recomendaram para a ZB3 valores entre $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ até $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, pois esses valores se tornam admissíveis de acordo com a capacidade térmica do material, sendo identificado os $130 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ como mínimo adequado para o desempenho. Ferreira et al., (2017) apontaram que uma transmitância de $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ou menor traz benefícios nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3. Lukiantchuki et al. (2018) também concluíram que quanto menor a transmitância, melhor é o desempenho.

Além disso, foi recomendada a combinação de paredes com menor transmitância possível com alta absorvância térmica sendo ideal para essa zona segundo o estudo de Triana et al. (2015). Considerando os materiais construtivos, Santos et al. (2015) apontaram que apenas os blocos de cerâmica atendem ao critério de transmitância térmica da NBR 15575-4:2013, enquanto o bloco de concreto não.

Portanto, a transmitância também compõe as características térmicas da parede que impactam no desempenho térmico. Entretanto, a parede e a edificação possuem outras características importantes que acabam condicionando esta variável.

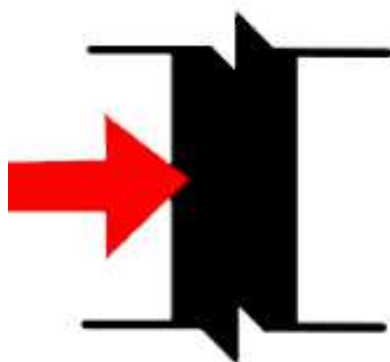
De modo análogo, os materiais que compõem a janela e sua esquadria também apresentam característica decisiva na temperatura do ambiente interno, como visto no artigo de Fait et al., (2020) no clima da República Checa (entre os climas Dfb e Cfb). Explica-se essa necessidade pela alta transmitância das janelas e por isso são instalados sistemas de janelas duplas. Entretanto, apenas a sua instalação não significa uma melhora significativa no desempenho, como visto nos trabalhos de Al-Qahtani e Elgizawi (2020) (Bwh). Além disso, a área de janela impacta

na transmitância da parede e conseqüentemente no desempenho, segundo Cianfrone et al., (2016). Destaca-se a variedade de tipos de janelas possíveis, com diversas lâminas de vidro, com tecnologias embutidas e fator solar com diferentes valores como variáveis para as janelas.

O site Projeteee fornece, para um vidro simples incolor de 6 mm, a transmitância térmica (U) de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, equivalente a resistência térmica (R) de $0,175 \text{ m}^2\text{K/W}$, enquanto uma parede de com bloco cerâmico de $9 \times 19 \times 19 \text{ cm}$ com camadas de argamassa interna e externa com 2,5 cm uma transmitância (U) de $2,37 \text{ W/m}^2\text{K}$, equivalente a resistência térmica (R) de $0,42 \text{ m}^2\text{K/W}$ (Projeteee, 2022e, 2022a). Assim, a transmitância total (U_t) da parede com uma janela, desconsiderando os caixilhos, resultará em um valor entre os valores da janela ($5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) e do sistema de alvenaria ($2,37 \text{ W/m}^2\text{K}$). Do ponto de vista da transmitância térmica da parede, a janela eleva a sua transmitância térmica ao facilitar as trocas de calor entre o interior e exterior.

Atraso térmico, capacidade térmica e massa específica são três variáveis que precisam ser analisadas juntas, pois as duas primeiras propriedades térmicas dos materiais dependem da massa específica, ou da densidade e são condicionantes para a estratégia de “inércia térmica”, de acordo com Frota e Schiffer (2001 p. 48). O atraso térmico e capacidade térmica dependem da densidade de massa aparente do material segundo a NBR 15220-2:2005 (ABNT, 2005). A Figura 5 representa a ação da capacidade térmica, absorvendo o calor pela superfície.

Figura 5 – Representação do calor absorvido pela parede



Fonte: do próprio autor.

A estratégia de inércia térmica depende dessas características, pois os materiais com alta densidade de massa aparente, possuem maior capacidade de

armazenar energia térmica durante o dia e o liberar a noite, conseqüentemente amortecendo a temperatura do ambiente interno. É possível utilizar essa estratégia tanto para aquecimento quanto para resfriamento, segundo Frota e Schiffer (2001) e Lamberts et al. (2014). Segundo Carlos (2017), a inércia térmica é a solução indicada para o clima de Portugal devido a essas características.

Pereira e Ghisi (2011) relataram que a capacidade térmica foi a variável que teve maior impacto, segundo análise de correlação, em uma habitação unifamiliar da ZB3, seguida do atraso térmico. Conclui-se que quanto maior os valores, melhores são os resultados.

Nos casos apontados para a ZB3 por Ferreira et al., (2017) e Soares e Silva (2017) essas características são impactantes por causa do desempenho durante o inverno, onde as temperaturas estão baixas e os ambientes tendem a ficar mais frios durante o período noturno. Ferreira et al., (2017) recomendam o uso de paredes externas pesadas, com atraso térmico de 8h ou mais para a ZB 3. Soares e Silva (2017) recomendam valores de capacidade térmica maior que 175 KJ/m²K para a ZB 2.

A massa específica pode ser considerada como a densidade de massa aparente, como nomeado pela NBR 15220-1:2005 (ABNT, 2005). No trabalho de Silva et al. (2017), a massa específica da argamassa esteve entre as dez variáveis que mais impactaram no desconforto por calor e frio enquanto a massa específica da cerâmica apareceu entre as dez mais impactantes por desconforto por frio.

Os três trabalhos citados (Ferreira et al., 2017; Pereira & Ghisi, 2011; Soares & Silva, 2017) caracterizaram-se por utilizarem a simulação de diversas versões da mesma edificação alterando suas características térmicas. Os resultados apontam que uma edificação eficiente depende da união de diversas variáveis adequadas juntas. A inércia térmica e o atraso térmico são algumas dessas características que podem ter papel no desempenho, entretanto sem a simulação é difícil determinar o seu impacto.

O **fator solar de elementos transparentes** é uma característica física dos materiais opacos (& ☹) e translúcidos (& ☹), segundo a NBR 15220:2005 (ABNT, 2005). No entanto na NBR 15575-1:2021 (ABNT, 2021) este fator é tratado apenas para aberturas e vidros, ou seja, materiais translúcidos, que consiste na quantidade de calor que entra no ambiente a partir da superfície transparente. A Figura 6 representa a passagem parcial da luz e radiação solar que o fator solar permite. A

outra parcela da luz pode ser absorvida e transmitida na forma de calor ou refletida.

Figura 6 – Representação do Fator Solar de elementos transparentes



Fonte: do próprio autor.

O fator solar depende da transmitância térmica do material (U), da absorptância à radiação solar (α), da resistência superficial externa (2_{ext}) e da transmitância à radiação solar (τ). De acordo com normas técnicas (ABNT, 2005) é definido pela “razão entre o ganho de calor que entra em um ambiente por uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura” segundo a NBR 15575-1:2021 (ABNT, 2021, p.9).

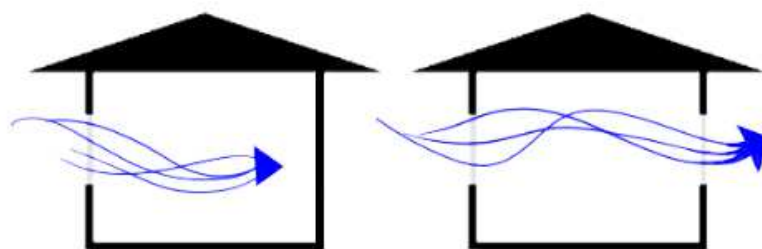
Lamberts et al. (2014) observa que o fator solar para materiais transparentes é utilizado para afirmar matematicamente que as aberturas envidraçadas são o principal meio para entrada do calor no ambiente. Os autores citam como possibilidade o uso de vidros com fatores solares mais baixos a partir de vidros coloridos e películas e o emprego de estratégias de sombreamento para reduzir a radiação sobre a superfície e ainda permitindo a entrada de luz natural. Além disso, os autores informam que as áreas transparentes podem ser utilizadas para aquecimento solar da edificação se utilizada de forma adequada.

Os vidros podem possuir diferentes valores de fator solar dependendo de sua cor e fornecedores (CB3E & ABIVIDRO, 2015). Isso torna o fator solar uma variável a ser considerada como estratégia para controle de entrada da luz nos ambientes e conseqüentemente o seu aquecimento, ao mesmo tempo em que impactam na estética e custo.

A janela é um elemento construtivo que permite a entrada de luz e **ventilação natural**. Conseqüentemente, a **dimensão das aberturas** impacta no desempenho térmico. A NBR 15575-4:2021 (ABNT, 2021) adota como critérios os

elementos transparentes e o percentual de abertura para a avaliação da ventilação e ambos estão relacionados com as janelas, por consequência, relacionam o tamanho da abertura com a área envidraçada com a ventilação natural. Entretanto, a área transparente permite a entrada da radiação, aquecendo o ambiente. A Figura 7 representa a entrada da ventilação natural e da ventilação natural cruzada em corte.

Figura 7 – Representação da ventilação natural e a ventilação natural cruzada



Fonte: do próprio autor.

Observa-se que há duas relações da janela no ambiente: a relação parede e janela e a relação janela e área de piso. Cianfrone, Roppel e Hardock (2016) afirmam que a área de abertura da janela tem impacto no desempenho da habitação e, por razões mercadológicas, ela é dimensionada inadequadamente. Os autores indicam como valor ideal para janelas, o correspondente a 30% da área de parede, sendo que são especificados valores maiores ou iguais a 40%. Além disso, a ventilação natural, o tamanho efetivo de janela e a orientação das aberturas são condições importantes para o desempenho do projeto, como apontado por Rais, Boumerzoug e Baranyai (2021). Esses autores propõem torná-las uma condicionante de projeto importante para o clima da Argélia, onde o clima é quente e seco.

No trabalho de Nico-Rodrigues et al., (2015) sobre a ZB8, foram utilizadas simulações para analisar como a verticalização, o tamanho de janelas e orientação impactam na ventilação e desempenho das unidades de uma habitação multifamiliar. Os autores identificaram o desconforto pelo calor presente o ano todo independente da situação e recomendaram sombreadores que permitissem a ventilação sem a entrada de radiação direta como uma solução.

No caso de Linczuk e Bastos (2020), os autores também otimizaram a dimensão de uma única janela em Curitiba a respeito da ZB1 e consideraram 1,5 trocas de ar por hora para a simulação. Os autores verificaram que um grupo de vinte

e cinco melhores variações de desempenho apresentou diferentes percentuais de abertura em relação à área de parede, variando entre 10% e 50%, sendo 20% a porcentagem do resultado ideal para este clima do ponto de vista do desempenho térmico. Além disso, foi constatado que as janelas pequenas levaram a maiores desconfortos por frio e que janelas grandes levaram a maior desconforto por calor.

Ferreira, Souza e Assis (2017) e Cechinel, Hackenberg e Tondo (2016) recomendam que para a ZB3 seja previsto o uso da ventilação natural principalmente para o verão, juntamente com o uso de sombreadores, pois durante o inverno a circulação de ar se torna prejudicial. No entanto, Triana et al., (2015) advertem que as dimensões das aberturas podem não ser suficientes nas ZB8 e ZB3 considerando os valores recomendados da Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), com janelas de 1,5m² e 45% de área de ventilação.

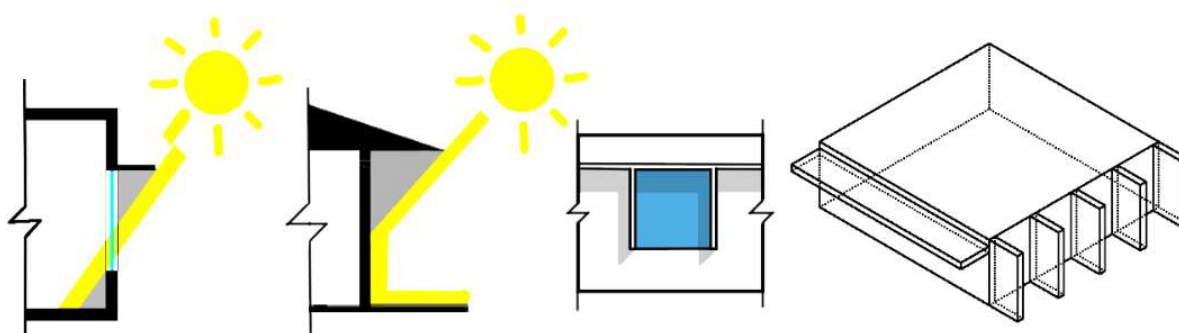
Portanto, as aberturas para a ZB3 podem ter tamanhos medianos, próximos dos 20% até 50% de área de parede, e a ventilação natural é necessária no verão. Essa variável é dependente da orientação solar da edificação e da ventilação natural, sendo possível que se tenha um sentido predominante que seja variável de acordo com o local, que podem levar a contradições projetivas e a necessidade do uso de sombreamento nas aberturas.

Como visto na transmitância térmica, janelas tem maior transmissão de calor que as paredes, por causa de sua espessura devido ao vidro. Diante disso, é perceptível o conflito na decisão das janelas do ponto de vista do desempenho térmico da habitação devido ao impacto das janelas, que depende da porcentagem de área envidraçada, área do ambiente e área de abertura para ventilação natural, sombreamento e orientação. Acrescenta-se também outras soluções possíveis como estratégia de ventilação natural para esta variável, além dos sombreadores, a possibilidade das aberturas fixas, como cobogós e chaminés para ventilação, porém não foram considerados no processo de seleção dos trabalhos, optando apenas pelos resultados que impactam no desempenho térmico. Além disso, a ventilação natural tem outros papéis como a higienização e redução da concentração de CO₂ dos ambientes.

De acordo com Mascaró (1985) **Geometria, orientação solar e sombreamento** são outras variáveis que estão diretamente relacionadas ao desempenho térmico, sendo que existem geometrias mais adequadas para diferentes

climas adaptando à compacidade¹ do edifício e suas condições climáticas. O autor recomenda para regiões quentes, como o Brasil, que a geometria seja alongada, que as aberturas estejam orientadas com o objetivo de aproveitar a ventilação natural, preferencialmente a ventilação cruzada, e que utilize sombreadores nas janelas que estejam voltadas para uma orientação solar desfavorável. A Figura 8 representa algumas possibilidades de sombreamento.

Figura 8 – Brise horizontal sobre janela, beiral sobre parede sem janela, elevação de janela com brises verticais e horizontal e isométrica de um volume e com brise horizontal e brises verticais



Fonte: do próprio autor.

Fonseca et al. (2017) conseguiram otimizar a geometria de uma habitação unifamiliar na ZB3 a partir do custo e desempenho e obtiveram uma redução de mais da metade dos graus hora de desconforto acrescentando menos de 15% do custo no melhor caso e ainda apresentando outras possibilidades mais viáveis. No estudo desenvolvido por Triana et al., (2015), foi pouco perceptível como a orientação pode alterar o desempenho dos ambientes, beneficiando o desempenho em estações diferentes.

Nico-Rodrigues et al. (2015) observaram o efeito da orientação em seu trabalho na ZB8. A única orientação adequada foi a norte, apontando a janela para tal, visto que no verão a face norte é privilegiada por não receber a radiação direta devido à baixa latitude.

No caso de Linczuk e Bastos (2020), um volume térreo foi otimizado utilizando diferentes variáveis, também considerando a orientação. O resultado para

¹ A relação entre o perímetro de um círculo de área igual a área de projeto dividido pelo perímetro das paredes externas.

a ZB2, foi de que a radiação solar para aquecimento é necessária e não obteve nenhum resultado ótimo em outras orientações. Em contrapartida, Santos, Porto e Silva (2020) detectaram pouco impacto da orientação de uma habitação térrea na ZB3 ao analisar a correlação das variáveis com o desempenho e conforto resultante e apontaram que outras variáveis têm mais importância no conforto e desempenho.

A orientação solar tem impacto na geometria e pode implicar no uso dos sombreadores para melhor desempenho. A orientação geográfica não pode ser alterada visto que é uma condição física do terreno, mas o projetista tem a opção de selecionar, dimensionar e adequar os ambientes para qual orientação eles estão direcionados e considerando o movimento do sol durante o ano.

Os sombreadores, como o *brise soleil*, são artefatos instalados a frente ou no entorno de paredes e janelas para bloquear a radiação direta, impedindo-a de entrar no ambiente interno em determinadas horas. No caso analisado por Al-Qahtani e Elgizawi (2020), foi simulada a habitação com sombreamento nas janelas, mas o impacto foi intermediário. Por outro lado, Cechinel, Hackenberg e Tondo (2016) recomendaram o uso de sombreadores mesmo com pouco impacto direto para a ZB3.

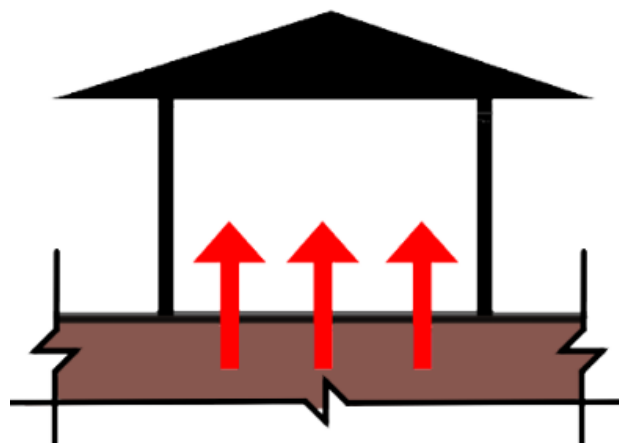
Deste modo, percebe-se que existem geometrias mais eficientes que outras, porém ela está condicionada ao local dependendo da orientação solar dos ambientes, ventilação natural, visto que para os climas com desconforto por frio constante, as faces envidraçadas tendem a ficarem voltadas para o norte – no sentido do sol nessa estação – quando possível.

O uso dos sombreadores são recomendados para minimizar o impacto do sol no verão, quando o sol pode incidir sobre diversas faces da edificação. Destaca-se que os estudos apresentados não consideraram o entorno da edificação, não podendo aproveitar a sombra gerada por outros edifícios e árvores, colocando toda a responsabilidade de solução no objeto de estudo.

Verticalização e Contato com o Solo são duas características que se relacionam por causa do impacto que o solo tem na edificação e se tornam sensíveis nos trabalhos. Porém poucos trabalhos analisados consideraram essas características como variável de estudo. Mascaró (1985) apontou que a verticalização impacta diretamente no desempenho térmico das habitações, pois nas edificações térreas a cobertura e o piso são as superfícies que mais trocam calor por estar mais expostas. Além disso, conforme são acrescentados os pavimentos, maior se torna a área de parede, invertendo a relação. Consequentemente, os pavimentos

intermediários não são impactados diretamente com as trocas de calor com o solo e cobertura. A Figura 9 representa a consequência do contato com solo, o calor ascendendo do solo para o interior da edificação pelo piso.

Figura 9 – Representação da troca de calor de uma edificação em contato com o solo



Fonte: do próprio autor.

No trabalho de Nico-Rodrigues et al. (2015), na ZB8, observa-se que a verticalização tem impacto, visto que o pavimento intermediário teve o melhor desempenho, pois o superior possui o contato com o sistema de cobertura e tem mais trocas de calor e incidência de radiação solar. Silva, Almeida e Ghisi (2017) detectaram que em uma edificação térrea na ZB2 a temperatura do solo impactou no desempenho. Batista et al., (2014) e Triana, Lamberts e Sassi (2015) verificaram o mesmo resultado: as habitações térreas tiveram melhor avaliação comparada às superiores, tendo a cobertura o pior resultado.

Fonseca et al. (2017) investigaram na ZB3, via simulação térmica e otimização, que o aumento da altura do pé-direito do ambiente e do telhado de uma habitação unifamiliar impactou positivamente no desempenho, pois há mais espaço para as trocas e ascensão do ar quente.

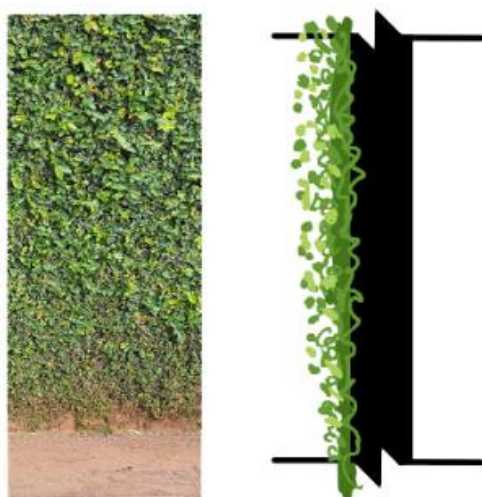
Givoni (1994) propôs a edificação sobre palafitas levando em consideração os benefícios da ventilação natural ser maior conforme se distancia do chão devido a redução das barreiras físicas. Isso é perceptível pela diferença da ventilação entre pavimentos de um edifício vertical.

Segue que essas variáveis são representadas pela altura do pé

direito, o contato do solo e o número de pavimentos. O contato com o solo tem seu impacto, entretanto não vai estar presente nas edificações verticais porque tipicamente, nessa tipologia de projeto, o subsolo é destinado às vagas de garagem. A altura do pé direito e número de pavimentos impactam as paredes diretamente, o que requer atenção dos projetistas.

O impacto da **parede vegetal** foi estudado por Matheus et al. (2016). Os autores informaram que esta estratégia aproveita a vegetação sobre as superfícies opacas da habitação e ela pode se caracterizar pelo sistema de parede viva, um sistema composto de vasos, tubulações e plantas, ou pelo sistema de parede verde, que se caracteriza pelo crescimento e instalação de plantas trepadeiras sobre as paredes externas. Em ambas as estratégias é percebido que a vegetação é utilizada como proteção de paredes externas para receber a irradiação solar. A **Figura 10** apresenta a foto de uma parede coberta por vegetação trepadeira à esquerda e um croqui de uma secção de parede também coberta com vegetação trepadeira à direita para representar a cobertura vegetal.

Figura 10 – A esquerda, parede coberta com vegetação trepadeira, a direita, croqui representando uma parede coberta pela vegetação trepadeira.



Fonte: do próprio autor.

Os resultados de Matheus et al., (2016) indicam que o uso das paredes vivas aumentou a capacidade térmica da parede e foi detectado um acréscimo no atraso térmico de até 2 horas com relação a referência. Segundo os autores, o uso da parede

verde apresenta resultados diferentes entre o verão e inverno. Durante o verão perceberam a redução das médias de temperatura do ar quando comparadas com ambiente externo e a referência e durante o inverno o amortecimento foi mantido e serviu como isolante reduzindo a perda do calor no período noturno. Portanto Matheus et al., (2016) demonstraram que a parede vegetal é uma estratégia que impacta o desempenho térmico resultando em mais horas em conforto durante o ano.

Outros dados que impactam no desempenho térmico das habitações nos trabalhos foram detectados. O custo foi utilizado por Fonseca et al., (2017) como critério avaliativo na otimização multicritério da geometria de uma habitação unifamiliar na ZB3 e detectaram que o desempenho das habitações não é proporcional ao seu custo. Com essa otimização os autores conseguiram demonstrar que é possível realizar melhorias na fase de projeto a partir da geometria. Considerando que o custo e o desempenho se relacionam, do ponto de vista do custo dos materiais, Mascaró (1985) constatou que há um ponto ideal a ser encontrado utilizando a curva de custo de ar-condicionado e a resistividade térmica da cobertura, e o mesmo pode ser aplicado para as paredes.

A análise custo-benefício foi utilizada por Cianfrone, Roppel e Hardock (2016), em Vancouver, Canadá (Cfa). Os autores afirmam que as estratégias que têm maior impacto também são as que possuem menor tempo de retorno do investimento. A partir disso, a análise de custo-benefício considerando a vida útil permitiu selecionar as estratégias ativas, ao invés das passivas para uma habitação vertical a observando a redução no consumo energético, o custo de instalação e o tempo de retorno do investimento.

Espessura de materiais de parede é uma variável que não pode ser integrada as outras variáveis térmicas anteriores, pois se relaciona com algumas características térmicas. No artigo de Silva, Almeida e Ghisi (2017) foi detectado que a espessura da argamassa é diretamente proporcional ao desempenho térmico da edificação e tendo alto impacto no estudo; a espessura da placa cerâmica também obteve a mesma relação com o desempenho térmico, tendo bons resultados para o inverno, mas ocasionando pouco impacto. Logo compreende-se que essa variável e resultados impactam na transmitância térmica quanto na capacidade térmica.

O período do ano e as estratégias de projeto foram relacionados no artigo de Triana et al. (2015) nas ZB3 e ZB8. Os autores informam que o desconforto pelo calor é predominante nas habitações dessas zonas durante ano todo e

recomendam o uso de estratégias de projeto direcionadas para as estações quentes e redução do desconforto pelo calor. Ainda acrescentam que há um grupo de medidas que melhoram a performance do projeto com menos esforço e com menos alterações que outro: “O primeiro inclui janelas que suprem a ventilação natural necessária e os requisitos de iluminação natural, absorvência de cores de paredes e do telhado em alguns casos” (Triana et al., 2015, p. 540). Para vedações externas, o outro grupo inclui: mudanças no projeto que permitam ventilação cruzada, redução da transmitância térmica de paredes com maior absorvência solar, redução da transmitância térmica do telhado, uso de sombreadores externos nas janelas (Triana et al., 2015, p. 540).

2.4.3 Impacto para a Zona Bioclimática 3

Considerando que foram utilizados artigos de diferentes zonas térmicas, foi analisado o impacto das variáveis na zona bioclimática 3 e confeccionada em seguida Tabela 7. Vejamos na sequência:

Tabela 7 – Impacto das variáveis para a ZB3 e similares

ID	Atraso Térmico	Capacidade Térmica	Outros	Sombreamento	Transmitância Térmica	Ventilação	Verticalização	Absortância Solar	Orientação Solar	Massa Específica	Cobertura Vegetal	Geometria
1			2					3	1			
2			2			2	3	2		1		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6		3									3	
7		3		1	1.5	3		3				
8												2.5
16					1	2						
19			1									
SB1			0	0	0	0	0	3	1			
SB3				1		3						
SB4								2				
SB5	2	3			2							
Média	2	3	1.7	1	1.5	2.5	3	2.6	1	1	3	2.5

Legenda: 0 – Há recomendação. 1 – Pouco impacto segundo o estudo. 2 – Impacto mediano segundo o estudo. 3 – Alto impacto segundo o estudo. **Fonte:** o próprio autor.

A partir disso elaborou-se a Tabela 8 comparando os resultados entre as tabelas Tabela 6 e Tabela 7 objetivando organizar o impacto das variáveis térmicas dando prioridade a ZB3.

Tabela 8 – Comparação das médias das variáveis geral e para ZB3

Variável	Todos os Artigos (Tabela 6)	Artigos na ZB3 (Tabela 7)	Maior Valor
Cobertura vegetal	3	3	3
Capacidade térmica	2.8	3	3
Verticalização	2.5	3	3
Absortância solar	2.67	2.6	2.67
Ventilação	2.5	2.5	2.5
Geometria	2.5	2.5	2.5
Janela	2	-	2
Transmitância térmica	1.83	1.17	1.83
Orientação solar	1.8	1	1.8
Sombreamento	1.25	1	1.25
Atraso térmico	1	1	1
Massa específica	1	1	1
Outros	2	1.7	

Fonte: o próprio autor.

Na Tabela 8 destacam-se alguns conflitos entre o impacto das variáveis, a transmitância térmica, orientação solar e sombreamento tiveram diferença de impacto maior que 0.25. Ficou evidente que nesta revisão não foram identificados artigos que analisassem o impacto da janela na ZB3. E, por fim foi desenvolvida a Tabela 9 para informar quais são as recomendações para cada variável.

Tabela 9 – Recomendações das variáveis

Variável	Maior Valor	Recomendação
Cobertura vegetal	3	Utilizar quando possível, tanto a parede quanto cobertura verde devido aos benefícios para o ambiente interno ao longo de todo o ano.
Capacidade térmica	3	Utilizar valores maiores ou igual a 130 kJ/m ² K devido à NBR 15575:2021 (ABNT, 2021), sendo recomendado sempre valores maiores.
Verticalização	3	Aproveitar o contato com o solo para amenizar a amplitude térmica se possível; porém só se aplica ao pavimento térreo. Utilizar bom isolamento entre a habitação e a cobertura, pois o contato direto da cobertura reduz o conforto e desempenho dos ambientes em contato. Considerar que as habitações intermediárias têm seu desempenho dependente principalmente das paredes pois estão em contato com o ambiente externo.
Absortância solar	2.67	Utilizar cores claras ($\alpha \leq 0,3$) ainda sendo possível tolerar cores médias ($\alpha \leq 0,5$) se utilizando a estratégia adequada.
Ventilação	2.5	Utilizar essa estratégia para o desconforto por calor, sendo necessária no verão, mesmo considerando que não seja suficiente. Destaca-se que no inverno a ventilação natural ainda tem sua função higiênica e não pode ser ignorada. Utilizar a ventilação cruzada quando possível.
Geometria	2.5	Considerar o impacto da verticalização e da orientação solar.

Outros	2.2	<p>Considerar que a espessura da parede tem impacto no seu desempenho devido às características dos materiais relativas à transmitância térmica.</p> <p>Dar foco às estratégias recomendadas para o verão pois, no inverno, o ambiente interno tende a ser mais quente que a temperatura externa.</p> <p>Considerar o sistema construtivo e suas características térmicas desde o início do projeto.</p> <p>Considerar a análise de custo-benefício de toda a vida útil para ter uma decisão embasada no resultado de cada intervenção.</p>
Janela	2	<p>Considerar a orientação por causa da entrada da radiação e aquecimento de paredes.</p> <p>Considerar a proporção 20% e 30% da área de parede como adequados.</p> <p>Considerar as limitações da NBR 15575:2021 (ABNT) de valores limites de 20% da área de piso do ambiente.</p>
Transmitância térmica	1.83	Utilizar valores menor ou igual a 2,5 W/m ² K devido a NBR 15575:2021 (ABNT), sendo recomendado sempre valores menores, portanto, com maior resistência térmica
Orientação solar	1.8	<p>Considerar as características das orientações e selecionar os ambientes mais adequados para cada orientação, sanando as deficiências com as outras estratégias.</p> <p>Considerar a entrada de radiação solar, causando o aquecimento interno do ambiente.</p> <p>Na região de estudo, a face norte recebe a maior parte da radiação no inverno e verão.</p>
Sombreamento	1.25	Sombrear as aberturas no período de verão, pois durante o inverno a entrada de irradiação é desejada.
Atraso térmico	1	Valores altos. Nos estudos foi recomendado 8 horas ou mais. (Ferreira et al., 2017) Variável dependente da capacidade térmica.
Massa específica	1	<p>Variável relacionada a Capacidade térmica.</p> <p>Valores maiores de massa específica levam a materiais mais densos, conseqüentemente, pesados.</p>
Fator Solar de elementos transparentes	0	É recomendado utilizar vidros com fator solar menor pois reduz a entrada de radiação solar.

Legenda: 0 – Há recomendação. 1 – Pouco impacto segundo o estudo. 2 – Impacto mediano segundo o estudo. 3 – Alto impacto segundo o estudo. N – Não foi possível comparar. **Fonte:** o próprio autor.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo expõe o método de pesquisa adotado para alcançar os objetivos levantados no delineamento de pesquisa. São descritos os procedimentos adotados para a revisão sistemática de literatura, caracterização do clima da área de estudo, as entrevistas de problematização e instanciação e o desenvolvimento do artefato.

Foi adotada a abordagem do *Design Science Research*, tendo em vista que o problema de pesquisa é uma derivação de ordem técnica, que faz parte da prática profissional, e o objetivo da pesquisa apresenta características prescritivas. Nesta abordagem há produção de soluções a partir de artefatos – objetos artificiais, produzidos por humanos – físicos ou abstratos como conceitos, programas de computador, processos, métodos, ferramentas. Entretanto tem-se passos delimitados a serem cumpridos e caracterizam-se por um padrão cíclico que permite a atualização, aprimoramento e correção constante. (Baskerville, 2008; Lacerda et al., 2013; Vaishnavi & Kuechler Jr, 2008)

Segundo Vaishnavi e Kuechler Jr (2008), o *Design Science Research* deve ser desenvolvido em 5 etapas:

1. Aproximação ao tema e problematização: objetiva identificar e delimitar o problema da pesquisa.
2. Sugestão: propõe uma solução para o problema se utilizando de ferramentas e soluções da área.
3. Desenvolvimento: produz um artefato, selecionando o método de solução e produção deste e verificando se ele é factível e possível, utilizando o resultado das etapas anteriores
4. Instanciação: verifica se o artefato é útil e atende aos objetivos a que ele se propõe. Após esta etapa é possível retornar ao desenvolvimento com mais informações e aprimorar o artefato.
5. Conclusão: análise retrospectiva do processo de desenvolvimento, buscando identificar os fundamentos que proporcionaram os resultados obtidos.

A partir do delineamento apresentado retoma-se a questão de pesquisa: “como utilizar o design digital, nas fases iniciais do processo de projeto, para beneficiar o desempenho térmico de habitações verticais?”.

De acordo com Bragança et al. (2014), Lamberts et al. (2014) e Maciel (2006), as decisões tomadas em etapas iniciais de concepção têm se mostrado mais eficazes para o desempenho térmico das edificações. Adicionalmente, Corbella e Corner (2017) apontam vedações externas como o elemento que proporciona maiores impactos nesse desempenho. Desta forma, a pesquisa adota essas indicações como pressuposto norteador para o desenvolvimento do artefato.

As etapas de aproximação do tema e sugestão recomendados por Vaishnavi e Kuechler Jr (2008) foram denominadas **Problematização**, porque consistiu em um conjunto de atividades que tiveram como objetivo compreender o problema de pesquisa e obter indicações, na literatura, de elementos que possam levar a respostas à questão de pesquisa.

Foi realizada uma revisão de literatura sobre processo de projeto para entender as necessidades dos projetistas durante a etapa inicial de concepção de um projeto, de maneira a identificar características relevantes para desenvolvimento do artefato. Paralelamente, foram realizadas entrevistas visando caracterizar o processo de projeto de um grupo de projetistas, identificando como e quando eles tomam decisões sobre variáveis que impactam no desempenho térmico da envoltória da edificação e identificar limitações e preferências quanto a leitura e interpretação de dados referentes ao desempenho térmico da edificação. Detalhes dos critérios de escolha dos projetistas e procedimentos adotados encontram-se no item 3.2.4.

A partir dos resultados gerados pela problematização, foram desenvolvidas diretrizes para o desenvolvimento de um artefato, objetivando a visualização do desempenho térmico de edifícios.

De acordo com Vaishnavi e Kuechler Jr (2008), o artefato deve passar por uma etapa denominada **Instanciação**, na qual se verifica a utilidade do artefato, ou seja, a eficácia para solução do problema identificado. Optou-se por avaliar a utilidade e eficácia do artefato com os participantes da fase de problematização para compreender como e por que ele contribui para a melhoria da tomada de decisões sobre desempenho térmico no processo de projeto de edificações.

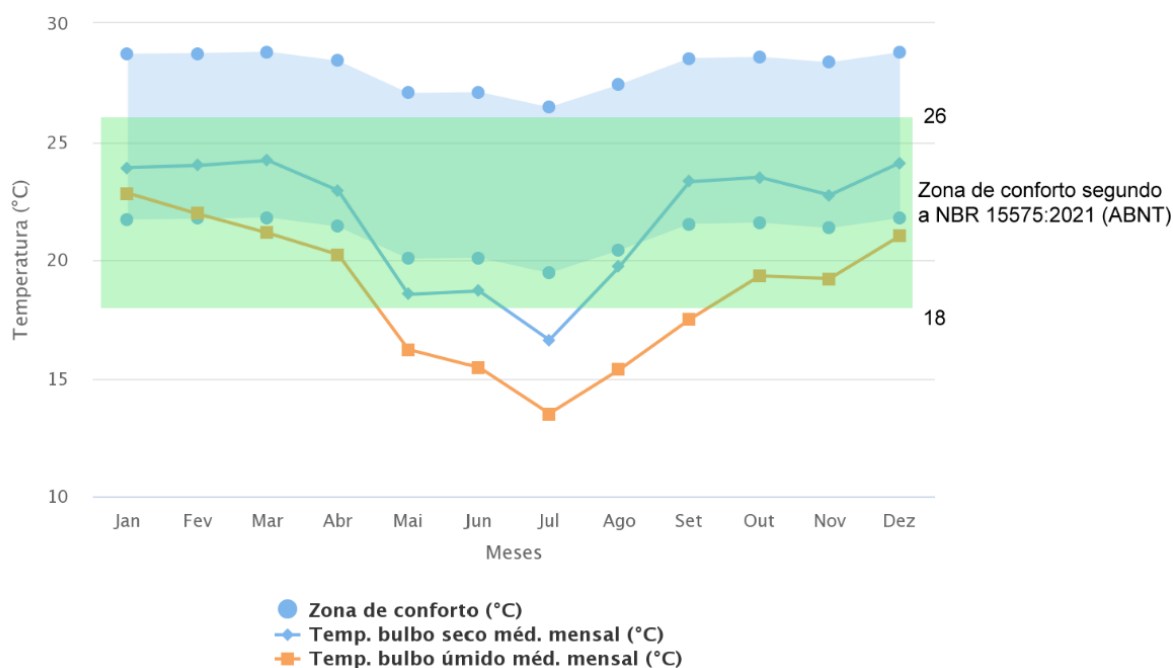
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Nesta pesquisa adotou-se o sítio virtual “Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes” (PROJETEEE et al., 2022) para

caracterização do local de estudo, pois ele apresenta os dados climáticos das cidades de Maringá e Londrina e recomenda as estratégias mais apropriadas em detalhes focando em estratégias passivas. Além disso, o sítio permite a análise bioclimática das cidades e informa as características térmicas de sistemas construtivos. Foram buscados dados de temperatura, o percentual de conforto e desconforto por calor e por frio e as estratégias recomendadas para Maringá e Londrina.

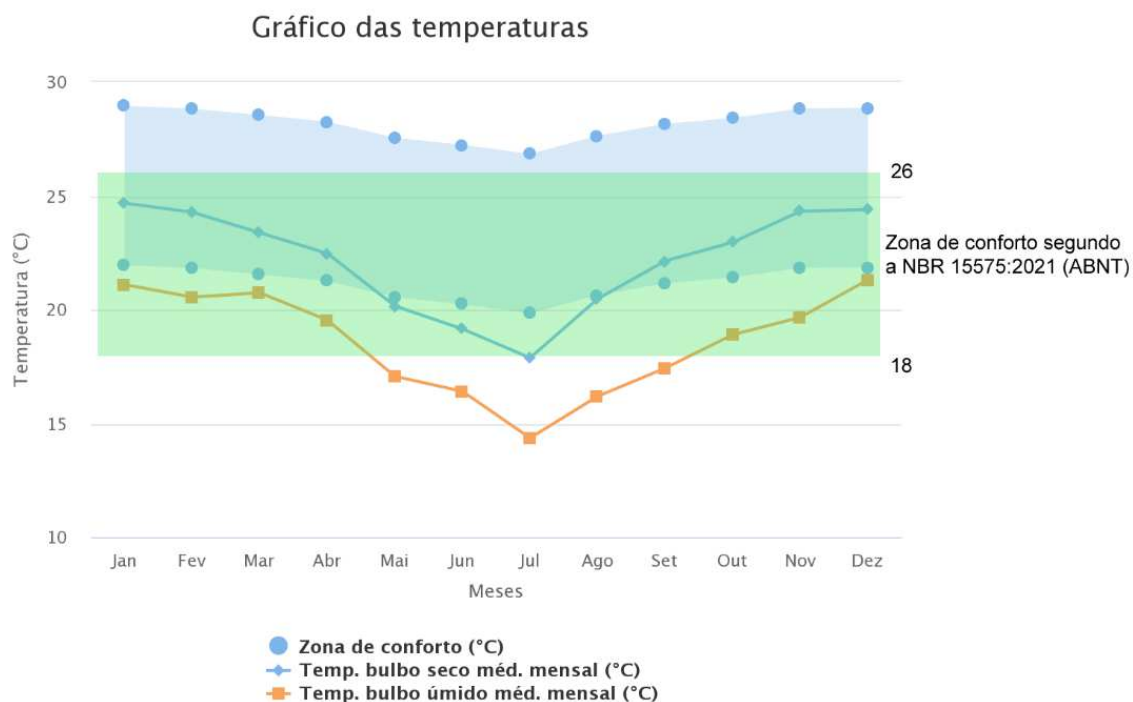
Foram selecionados os dados de temperaturas de cada cidade no Projeteee, então foram acrescentadas uma área em verde marcando a zona de conforto com menor intervalo segundo a NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) de 18 °C até 26 °C para as APP. Percebe-se as diferenças entre as zonas de conforto do sítio com norma. Esses estão representados na para Maringá-Pr e na Figura 12 para Londrina/PR.

Figura 11 – Gráfico de temperaturas e zonas de conforto de Maringá
Gráfico das temperaturas



Fonte: Compilação do autor².

² Montagem feita a partir do Gráfico das temperaturas para a Cidade de Maringá/PR no site Projeteee, 2022. Disponível em :< http://www.mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/?cidade=PR+-+Maring%C3%A1&id_cidade=bra_pr_maringa.ap.868990_try.1991 >. Acesso em:04 de jun. 2022.

Figura 12 – Gráfico de temperaturas e zonas de conforto de Londrina

Fonte: Compilação do autor³.

Na Tabela 10 apresenta-se os dados sobre conforto e desconforto durante o ano todo. Observa-se que o desconforto por frio é quase igual ao desconforto por calor em ambos os casos. Enquanto o conforto tem a menor parcela na cidade de Londrina-Pr, em Maringá-Pr observa-se a maior parcela.

Tabela 10 – Conforto nas cidades de Londrina e Maringá

Local	Desconforto por frio (%)	Conforto térmico (%)	Desconforto por calor (%)
Londrina	34	31	35
Maringá	29	41	30

Fonte: (PROJETEEE et al., 2022)

As estratégias “bioclimáticas recomendadas para ambas as cidades são: a ventilação natural, inércia térmica para aquecimento e sombreamento da edificação. (PROJETEEE et al., 2022). As demais estratégias possuíam menos de 10% de aplicabilidade e por isso foram desconsideradas. Dessas estratégias, o sítio apresenta diversas aplicações das estratégias possíveis, que estão presentes na

³ Montagem feita a partir do Gráfico das temperaturas para a Cidade de Londrina/PR no site Projeteeee, 2022. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/projeteeee/dados-climaticos/?cidade=PR+-+Londrina&id_cidade=bra_pr_londrina.837680_inmet >. Acesso em: 04 de jun. 2022.

Tabela 11.

Tabela 11 – Estratégias e aplicações segundo o site Projeteee

Estratégia	Aplicação
Inércia térmica	Estufa Componentes internos e aquecimento solar passivo Edificações semienterradas Piso – Aquecimento solar passivo
Sombreamento	Melhor orientação e que sombrear Tipos de proteção solar
Ventilação natural	Aberturas em apenas uma face Aumentando o diferencial de pressão Captação com o uso da vegetação Cobertura e parede ventilada Efeito chaminé
Ventilação natural	Efeito chaminé – Fluxo acelerado Efeito chaminé – Fluxo interno Quebra-vento
Ventilação natural	Sítio e orientação Torres de resfriamento evaporativo Torres de vento Ventilação cruzada Ventilação cruzada – janelas Ventilação cruzada – plantas abertas Ventilação cruzada – volumetria Ventilação em pátios internos Ventilação mecânica auxiliar Ventilação noturna

Fonte: Projeteee (2022d, 2022b, 2022c)

Além disso, foram buscados os arquivos climáticos compatíveis com o software de simulação termoenergética *EnergyPlus* (DOE et al., 2022), nomeados como “*EnergyPlus Weather Format*” e chamados de “.epw”, no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (labEEE, 2022) que redirecionou para o site “Climate.OneBuilding.Org” (Climate.OneBuilding, 2022) para “download” dos arquivos climáticos. Para a cidade de Maringá foi utilizado o arquivo “BRA_PR_Maringa.868990_TMYx.2007-2021.epw” e para a cidade de Londrina, o arquivo “BRA_PR_Londrina.837660_TMYx.2007-2021.epw”.

3.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Descreve-se na sequência como foi realizada a revisão sistemática da literatura e as entrevistas.

3.2.1 Revisão Sistemática de Literatura – Desempenho Térmico de Edificações

Essa revisão sistemática de literatura teve como objetivo responder a a questão: “quais são as variáveis de paredes e janelas que impactam no desempenho térmico das habitações na zona bioclimática 3?”. Para tal foi criado um protocolo no qual foram definidos os critérios para seleção dos artigos, a definição das bases e das palavras chaves. O Quadro 1 apresenta os critérios para os artigos.

Quadro 1 – Critérios da revisão sistemática

Ano de publicação	2015 até 2021
Idiomas	Inglês e português
Base de dados	Scopus e SciELO
Tipo	Artigos e Artigos de revisão publicados e revisados
Objetivo	Descobrir quais são as variáveis de paredes e janelas que impactam no desempenho térmico das habitações na zona bioclimática 3
Termos de busca	Criação apresentada mais a diante
Critérios de Seleção e Exclusão	Apresentados mais a frente
Seleção	Leitura de título e resumo. Leitura de conclusão e método.

Fonte: o próprio autor.

Foi selecionada a base internacional Scopus, que se denomina como “a maior base de resumos e citações revisados por pares do mundo: jornais científicos, livros e anais de conferências. Entregando uma visão compreensiva dos resultados globais nos campos da ciência, tecnologia, ciências sociais e artes e humanidades.” (Scopus, 2021) e a base internacional SciELO por ser uma base de publicações eletrônicas voltada para a América Latina e Caribe que indexa diversas publicações com critérios internacionais (SciELO, 2019). Assim captou-se tantos artigos internacionais quanto os nacionais.

Limitou-se a publicações em língua inglesa e portuguesa, no período de publicação de 2015 até 2021, pois a área de estudo é ativa, tem publicações constantes e em alta quantidade. Foram selecionados apenas artigos e artigos de revisão que tenham sido revisados por pares e sejam citáveis, de acordo com as bases.

A revisão iniciou com uma pesquisa exploratória de literatura para

descobrir o que há de atual e quais são pesquisas mais recentes sobre desempenho térmico e ferramentas digitais. Essa pesquisa serviu para delimitar o objeto de estudo da pesquisa, seus objetivos e restrições. Com eles foi possível criar os termos de busca para a revisão sistemática de literatura, baseado nas palavras chaves mais relevantes dos artigos captados na fase anterior (Tabela 12).

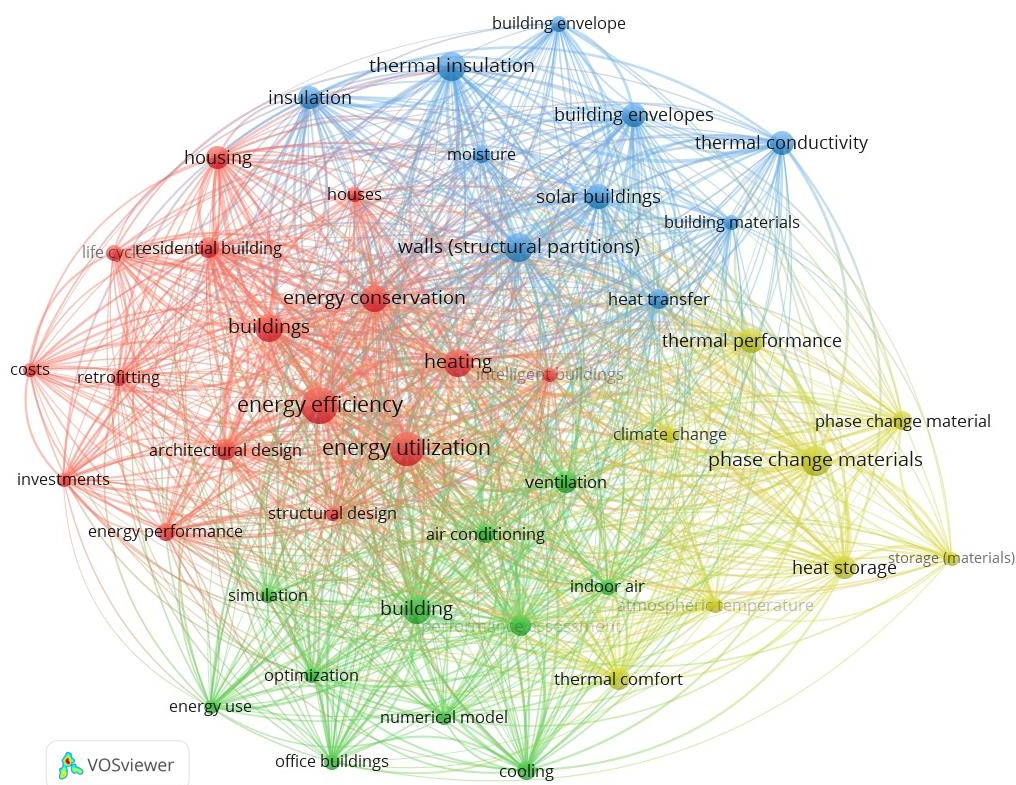
Tabela 12 – Palavras-chave levantadas

Grupo	Palavras-Chave	
	Português	Inglês
Desempenho Térmico	“Desempenho térmico”	<i>Thermal efficiency, thermal performance</i>
Habitação	Habitação, casa, moradia	<i>House, dwell, home, housings</i>
Vedações	Parede, vedação, fachada	<i>Building envelope, façade, envelope,</i>
Impacto	Impacto, influência, otimização	<i>Impact, influence, sensitivity analysis, optimization</i>

Fonte: o próprio autor.

Utilizou-se o *software VOSviewer*, selecionado por ser gratuito, como ferramenta para detectar as palavras-chave a serem excluídas baseado na pergunta da pesquisa. O software utiliza um arquivo exportado pela base de pesquisa, como um “csv” ou “bibtex”, por exemplo. O seu uso permitiu detectar diversos termos. Figura 13 apresenta um exemplar gerado por esse processo.

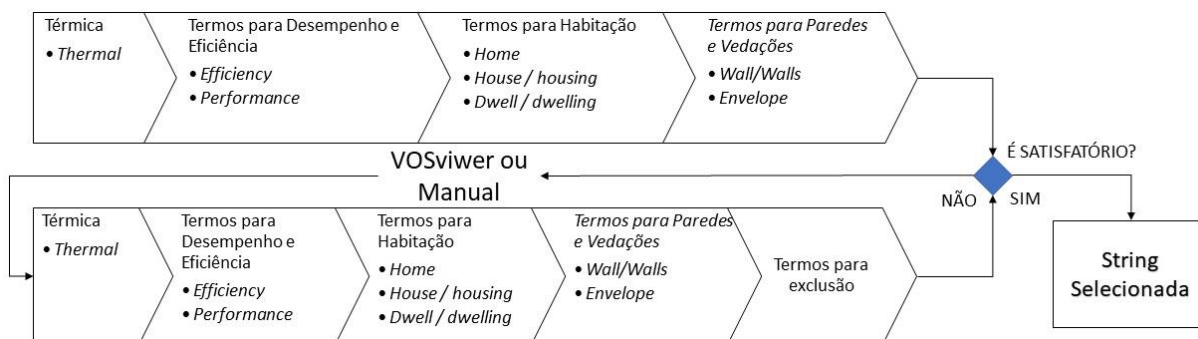
Figura 13 – Exemplo VOSviewer



Fonte: o próprio autor

Na **Figura 14** apresenta-se esse processo de produção da string, “termo de busca”, até que ele se torne satisfatório, captando artigos da área de interesse, retirando artigos não relacionados à questão de pesquisa, reduzindo o número de artigos a serem lidos e analisados.

Figura 14 – Processo de criação do termo de pesquisa



Fonte: o próprio autor.

Observe-se que foi possível utilizar o VOSviewer apenas na base Scopus, sendo incompatível com o arquivo exportado pela base SciELO. A busca foi

realizada no dia 8 de setembro de 2021, sendo que o termo de busca final para a base Scopus é composto pelos termos das Tabela 13 .

Tabela 13 – Palavras-chave da busca na Base Scopus

Palavras-chave para desempenho	Palavras-chave para térmica	Palavras-chave para vedações	Palavras-chave para habitação
"Thermal efficiency"	Impact	House	"Building envelope"
"Thermal performance"	Influence	Dwell	Facade

Fonte: o próprio autor.

A indicação das palavras-chave utilizadas para exclusão na Scopus encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 – Palavras-chave para exclusão da busca na Base Scopus

Termos para exclusão		
"3d printing"	"retrofit"	Co2
"Blower door"	"retrofitting"	Fire
"Educational building"	"urban design"	Moisture
"Life cycle"	"visual comfort"	Mold
"Office building"	Acoustic	Photovoltaic
"Phase change"	Cfd	Urban

Fonte: o próprio autor.

Oo termo de busca completo foi acrescido das restrições:

```
` ALL ( ( " t h e r m a l   e f f i c i e n c y "   O R   " t h e r m a l   p e r f
"sensitivity analysis") AND (house OR dwell OR home) AND build* AND "building
envelope" AND NOT photovoltaic AND NOT "urban design" AND NOT "urban heat"
AND NOT "3d printing" AND NOT fire AND NOT moisture AND NOT mold AND NOT
"phase change" AND NOT office AND NOT "climate model" AND NOT cfd AND NOT
"retrofit" AND NOT "retrofitting" AND NOT co2 AND NOT acoustic AND NOT "visual
comfort" AND NOT "blower door") AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE,"final")) AND (LIMIT-
TO (DOCTYPE,"ar")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2021) OR LIMIT-TO
(PUBYEAR,2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018)
OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016)) AND (LIMIT-TO
( LANGUAGE , " E n g l i s h " ) ) _
```

Para a pesquisa na base SciELO foi necessário realizar esse processo de busca das palavras-chave e da exclusão manualmente a partir de uma leitura do título e resumo. A partir disso, os artigos foram exportados e inseridos no

software Mendeley Desktop. Os termos de busca para a Base SciELO se encontram nas Tabela 15 e as palavras-chave indicadas para exclusão, na Tabela 16.

Tabela 15 – Palavras-chave da busca na Base SciELO

Palavras-chave para desempenho	Palavras-chave para térmica	Palavras-chave para vedações	Palavras-chave para habitação
desempenho	térmica	parede	habitação
eficiência	<i>thermal</i>	paredes	moradia
eficiência energética	termo energético	envelope	residência
<i>efficiency</i>		vedações	
performance		vedação	

Fonte: o próprio autor.

Tabela 16 – Palavras-chave para exclusão da busca na Base SciELO

Termos para exclusão			
<i>ácido</i>	<i>bovine</i>	<i>fructose</i>	<i>polímeros</i>
<i>aeronautical</i>	<i>cell</i>	<i>fuel</i>	<i>powersystems</i>
<i>aerospace</i>	<i>cells</i>	<i>gelatin</i>	<i>ship</i>
<i>animal</i>	<i>chemical</i>	<i>hydroxide</i>	<i>sugar</i>
<i>argon</i>	<i>coffe</i>	<i>hydroxyapatite</i>	<i>torch</i>
<i>athletes</i>	<i>diet</i>	<i>lago</i>	<i>transportation</i>
<i>batteries</i>	<i>etanol</i>	<i>mecânico</i>	<i>tree</i>
<i>biodegradable</i>	<i>fatiguefailure</i>	<i>oil</i>	<i>trees</i>
<i>biomass</i>	<i>food</i>	<i>oxidação</i>	<i>waste</i>
<i>boiler</i>	<i>forest</i>	<i>plasm</i>	<i>wine</i>

Fonte: o próprio autor.

A pesquisa foi realizada no dia 19 de outubro de 2021 com seguinte termo de buscas e acréscimos das limitações: (((*DESEMPENHO*) OR (*EFICIÊNCIA*) OR (*EFICIÊNCIA ENERGÉTICA*) OR (*Efficiency*) OR (*performance*)) AND ((*TÉRMICA*) OR (*thermal*) OR (*TERMOENERGÉTICO*)) AND (*HABITAÇÃO*) OR *parede* OR *paredes* OR (*ENVELOPE*) OR (*VEDAÇÕES*) OR (*VEDAÇÃO*) OR (*MORADIA*) OR (*RESIDÊNCIA*)) AND NOT ((*MECÂNICO*) OR (*CHEMICAL*) OR *cell* OR *cells* OR (*FOREST*) OR *tree* OR *trees* OR (*LAGO*) OR (*BIODEGRADABLE*) OR *ANIMAL* OR *biomass* OR *waste* OR *coffe* OR *TRANSPORTATION* OR *WINE* OR *OXIDAÇÃO* OR *GELATIN* OR *SUGAR* OR *ÁCIDO* OR *fructose* OR *fructan* OR *bovine* OR *diet* OR (*fatigue failure*) OR *athletes* OR *FOOD* OR *torch* OR *argon* OR *hydroxyapatite* OR *plasm* OR *fuel* OR *hydroxide* OR *batteries* OR *aeronautical* OR *aerospace* OR *boiler* OR *polímeros* OR *etanol* OR *ship* OR *oil* OR (*Power systems*))

Realizou-se a **seleção dos artigos** pela exclusão por título e resumo e depois por método e resultados. Os artigos selecionados foram analisados e

indicados em uma tabela descritiva (Apêndice N). Foram selecionados 65 artigos na base SciELO e 116 na base Scopus, que foram reduzidos para 10 e 8 respectivamente, como visto na Tabela 3 e Tabela 4 da sessão anterior.

Na revisão por título e resumo foram encontrados artigos de outras áreas que precisaram ser excluídos, pois não complementavam o trabalho ou não contribuíam com a pesquisa de forma direta e clara. A Tabela 17 apresenta as respectivas justificativas. Dessa fase restaram 57 na base Scopus e 26 artigos na base SciELO.

Tabela 17 – Áreas excluídas

Tipo	Justificativa
Comparação de métodos avaliativos	Essa não traz informações diretas sobre o impacto de cada variável e apenas as quantifica
Desempenho e conforto Acústico e Visual	Distanciam-se do objetivo do estudo.
Edificações para fins não humanos.	Distancia-se do interesse humano e habitacional.
Eficiência energética	Estudos em eficiência energética que não apresentam resultados diretos sobre desempenho térmico.
Estudos em outras áreas do conhecimento	Não apresentam resultados relacionados diretamente ao tema.
Fogo e combustíveis	Materiais combustíveis e sob condições de incêndio distanciam-se das condições normais de uso.
Otimização de elementos construtivos	O estudo se distancia da melhoria do desempenho da edificação e focando no desempenho do objeto. Exemplo: painéis solares e misturas de concreto.
Tecnologias experimentais	Não estão disponíveis comercialmente e não sendo utilizadas na execução de edificações em uso
Uso não habitacional	Distancia-se do objeto de estudo.
Ventilação	Não é uma característica construtiva de vedações. Mas é aceita se for consequência de estratégias na mesma.

Fonte: o próprio autor.

A exclusão devido ao método de pesquisa foi realizada segundo critérios qualidade do artigo, clareza e confiabilidade. Para tal foram baixados os metadados dos artigos e realizada sua leitura. Foram excluídos artigos nos quais a descrição do método não estava clara ou não apresentava informações relevantes. Atendendo ao critério Resultados, a exclusão foi realizada segundo a aplicabilidade e generalidade do resultado da pesquisa, observando se os dados estavam claros, se eram relativos ao desempenho térmico de habitações e condizentes com o método apresentado. Dos artigos coletados, remanesceram 20 artigos da base Scopus, 16 da

base SciELO.

Então, foi realizada a exclusão pela leitura completa dos artigos para verificar se eles eram concisos e não faltavam informações que pudessem prejudicar sua compreensão, consistência e reprodutibilidade. Ao final foram selecionados 8 artigos da base Scopus e 10 da SciELO.

Na sequência, foi realizada uma **revisão bola de neve** na qual foram incluídos artigos a partir da revisão de literatura sobre a variáveis que impactam o desempenho energético de habitações de interesse social de Bavaresco et al. (2021) e titulados com prefixo “SB”. Foi feita a leitura completa do artigo base buscando as referências que interessassem a pesquisa na ZB3 e restringindo apenas aos artigos revisados e publicados em revistas e eventos, excluindo dissertações e teses. Os artigos selecionados se encontram na Tabela 5

Para a **análise dos artigos** foram tabelados: o local, a classificação climática do local de estudo ou a zona bioclimática informada, cada característica ou variável estudada relacionada com as vedações de paredes e janelas, avaliando o seu impacto como alto (3), médio (2) ou baixo (1) e anotados as conclusões e recomendações para essas variáveis.

Para detectar o impacto das variáveis foi considerado o resultado destacado pelo autor dos estudos quando possível, suas recomendações e valores quantitativo, além de coleta de informações nas análises de dados apresentados na forma de textos e gráficos.

Em estudos com diversos experimentos, no caso de otimização por algoritmo e similares, foram anotados os resultados das características dos melhores resultados do estudo. Considerou-se que as variáveis com menores variações possíveis foram mais impactantes. No caso das variáveis que não possuem nenhum valor para medir seu impacto ou só possuem recomendação, o impacto foi marcado com o valor zero.

Observa-se que parte dos artigos selecionados apresentavam estudos em mais de uma zona bioclimática. Nesses casos, foram destacadas apenas as recomendações para a ZB3 para simplificar a coleta de dados. A seleção das recomendações para esta zona se justifica segundo a Nota Técnica N°05/2011 (CB3E, 2011) que alterou a classificação da zona bioclimática da cidade de Maringá-Pr da 1 para 3. Além disso, para os artigos internacionais com estudos nos climas tipo Cfa segundo a classificação climática de Köppen-Geiger foram incluídos, pois a região de

estudo possui a mesma classificação. Simplificando o processo de criação das diretrizes mais a diante.

Devido a variedade das variáveis nos artigos selecionados, elas foram classificadas em grupos de forma a facilitar compreensão (Quadro 2). Com esses grupos definidos, foram estabelecidas as relações das variáveis com os elementos a serem avaliados no artefato (Figura 2): parede, características dos materiais e construtivas, a janela, características da janela e o que ela condiciona e condições do entorno, com características do entorno, do terreno e externas à edificação (a cobertura vegetal entrou nesse grupo por não ser um elemento construtivo obrigatório).

Quadro 2 – Grupos de Variáveis

Grupos	Explicação
Absortância solar	Característica de superfície dos materiais
Atraso térmico	Característica física dos materiais
Capacidade térmica	Característica física dos materiais
Cobertura vegetal	Estratégias que utilizam plantas sobre as faces externas das paredes
Contato com o solo	Condicionante de projeto presente em habitações térreas
Geometria	Resultado da escolha do projetista
Iluminação natural	Requisito e condicionante de projeto
Massa específica	Característica física dos materiais
Orientação solar	Requisito e condicionante de projeto
Outros	Variáveis que não puderam ser classificadas adequadamente e outros dados encontrados
Sombreamento	Estratégia recomendada para diferentes situações
Transmitância térmica	Característica física dos materiais
Ventilação	Requisito e condicionante de projeto
Verticalização	Requisito e condicionante de projeto

Fonte: o próprio autor.

Por fim, foi desenvolvida a Tabela 6 a partir dos dados tabelados dos artigos selecionados apresentando o impacto de cada variável em cada artigo pelo seu valor ou sua média resultante (quando a mesma variável foi testada mais uma vez). Com base nisso, foi possível ter o impacto da variável a partir da média de cada variável estudada considerando apenas os valores quantificados dos artigos. Da mesma forma, na Tabela 7 foi construída selecionando os artigos que tratavam da

ZB3 e obtendo as mesmas médias. Enquanto na Tabela 8 organiza-se as variáveis pelo maior valor, comparando o impacto de cada variável das Tabela 6 e Tabela 7.

3.2.2 Entrevistas

Nesta etapa, foram desenvolvidos Termos de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) a partir das diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa da UEL e roteiros para entrevista objetivando levantar diretrizes dos projetistas para uso do artefato (na fase de problematização) e para a avaliação do artefato produzido (na fase de instanciação), como apresenta o Quadro 3.

Quadro 3 – Posicionamento e discriminação dos roteiros de entrevista

Problematização	Desenvolvimento	Instanciação
Tema: Processo de projeto e conhecimentos sobre desempenho térmico	Diretrizes para o artefato	Tema: Avaliação do artefato a partir da utilidade e eficácia
TCLE presencial e em meios digitais	Desenvolvimento do artefato	TCLE presencial e em meios digitais
Roteiro de entrevistas presencial e em meios digitais		Roteiro de entrevistas presencial e em meios digitais

Fonte: o próprio autor.

Os TCLEs para cada fase e meio estão presentes nos Apêndices B ao E e os roteiros de entrevista nos Apêndices F ao I. Os roteiros foram desenvolvidos utilizando o trabalho de Souza (2020) como referência, que realizou entrevistas com profissionais por meio de questionário virtual. O procedimento de coleta de dados por meio das entrevistas foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UEL e aprovado (CAAE 59061522.0.0000.5231). O projeto de pesquisa enviado à Plataforma Brasil está presente no Apêndice A deste volume apresentando mais detalhes para a captação de dados e critérios.

Foram entrevistados 4 projetistas, todos arquitetos atuantes com experiência em projetos de habitação que se voluntariaram para participar da pesquisa.

As atividades foram realizadas individualmente, com a possibilidade de ser no ambiente de trabalho do projetista, tomando as medidas sanitárias vigentes devido a pandemia de COVID, ou realizadas a plataforma Google Meet. Em todas as entrevistas foram solicitadas a permissão para: a gravar o áudio da entrevista ou a

gravar o áudio e vídeo (a tela do computador portátil do pesquisador) ou da entrevista. Sendo possível a recusa por parte do entrevistado. Esse procedimento foi adotado para dar agilidade às entrevistas, para ocupar o menor tempo possível do entrevistado e evitar perda de informações. O Quadro 4 apresenta como ocorreram as atividades.

Quadro 4 – Relação dos participantes e autorizações

Problematização			
Participantes	Meio	Autorização	Data
P1	Presencial	Gravação do áudio	19/09/2022
P2	Digital	Gravação do áudio	21/07/2022
P3	Presencial	Gravação do áudio	22/07/2022
P4	Presencial	Gravação do áudio	29/07/2022
Instanciação			
Participantes	Meio	Autorização	Data
P1	Presencial	Gravação do áudio e vídeo	14/11/2022
P2	Presencial	Gravação do áudio e vídeo	26/11/2022
P3	Presencial	Gravação do áudio e vídeo	04/11/2022
P4	Presencial	Gravação do vídeo	25/11/2022

Fonte: o próprio autor.

As fases de projeto consideradas são:

- ¿ **Concepção** como a fase em que é realizado o levantamento de dados, estratégias, entrevistas e tomada as primeiras decisões projetivas. E seria a definição do problema de projeto considerando os processos de projeto apresentados na fundamentação teórica. No manual do RIBA, seriam as fases 0 e 1.
- ¿ **Pré-projeto** como a fase exploração em que o projeto é desenvolvido, em que são realizados os testes e propostas e soluções, sendo esperada a definição do partido arquitetônico, da geometria do projeto, definição e uso estratégias projetivas para chegar a uma solução geral de projeto para iniciar a próxima fase. São esperados os primeiros desenhos em diagramas, croquis, plantas, cortes, perspectivas à mão, modelos computacionais para testes. Similar ao manual do RIBA, são as fases 2 e 3 e a fase cíclica dos processos de projeto chegando à solução.
- ¿ **Anteprojeto** como a fase em que são realizados os desenhos técnicos, detalhamento do projeto e, portanto, realizando as decisões finais de projeto. Sendo similar a fase 4 do manual do RIBA que visa a produção gráfica para execução.

A **entrevista de problematização** foi realizada entre os meses de julho e agosto de 2022. Cada entrevista foi transcrita e o texto foi organizado para obter a resposta mais completa para cada pergunta, pois algumas informações foram fornecidas indiscriminadamente. Em seguida foi feita uma síntese de cada entrevista, nela se organizou e resumiu os dados obtidos, descrevendo o participante, seu processo de projeto e como lida com o desempenho térmico de habitações. Ao final foram analisadas as respostas das perguntas 22, 23 e 24. Essas transcrições e análises estão no Apêndice K.

3.3 DESENVOLVIMENTO DAS DIRETRIZES

As diretrizes foram desenvolvidas a partir da triangulação dos dados captados na fase de problematização: as informações encontradas nas revisões de literatura e as necessidades, habilidades conhecimento dos projetistas. Além disso, foram listados pressupostos para o desenvolvimento do artefato.

3.4 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

Para essa etapa, foi selecionado o *Software Rhino 3D 7*, por possuir o *Grasshopper 3D*, um “editor gráfico de algoritmos incluso com o *Rhino*” (Robert McNeel & Associates, 2023) e “ser uma ferramenta de programação que não necessita de conhecimento em programação e escrita de códigos, mas que ainda permite criar geradores de formas simples até as inspiradoras” (Davidson, 2022, seção “About Grasshopper...”). Além disso, o *Grasshopper 3D* dá mais liberdade ao usuário por permitir a conexão com outros *softwares*, como no caso do *REVIT* e *Archicad*, em tempo real e possuir um ambiente que permite o desenvolvimento, compartilhamento e venda de ferramentas focadas em diferentes campos, acrescentando ou melhorando o fluxo de trabalho.

Para este trabalho foram selecionado o *plug-in LadybugTool 1.5.0* (Ladybug Tools, 2022) para *Grasshopper 3D*, sendo uma biblioteca para análise do conforto e desempenho térmicos e lumínico de edificações. Ele serve de ponte para integrar com outros softwares desse tipo, como no caso do *OpenStudio* (NREL et al., 2022), *EnergyPlus* (DOE et al., 2022), *Radiance 5.4 a* (DEFuller & AMcneil, 2022). Os

dois primeiros são adequados para as simulações térmicas e atendem aos requisitos da NBR 15575-1:2021 (ABNT, 2021) e são utilizados na pesquisa.

Foi selecionada a representação em gráfico de barras verticais da biblioteca (pacote) gratuito *Human UI* (Heumann et al., 2021) que permitiu toda a personalização dos dados, textos e cores dos gráficos gerados. Ele é responsivo a cada alteração, o que contribuiu para o uso do artefato.

Foi necessário fazer uma análise dos dados gerados pela simulação. Para tal foi utilizada a ferramenta interna em linguagem *Python* para analisar os dados. Justifica-se essa necessidade por meio do resultado gerado da simulação em uma tabela com os valores de temperatura operativa para cada ambiente para cada hora do dia, ou seja, uma lista de 8760 horas para cada ambiente.

Além disso, utilizou-se a faixa de temperatura 1 ($18 < T_{OAPP} < 26$) para analisar o conforto devido a temperatura média de bulbo seco em ambos os arquivos climáticos utilizados ser menor que $25,0^{\circ}\text{C}$, logo seguindo o intervalo de temperaturas externas de bulbo seco da NBR 15757-1:2021 (ABNT, 2021). Foram definidos dois períodos temporais para análise do conforto, todo o ano e o período do verão entre 21 de dezembro até 20 de março, observando desde o seu solstício até o equinócio, compreendendo que os projetistas consideram as estações por essas datas e dimensionam brises utilizando-as.

Posteriormente, incluiu-se parte da biblioteca de construções brasileiras equivalentes de Weber et al. (2017) referentes a blocos de concreto e cerâmicos para o ser utilizada no artefato (Tabela 18). Para tal, foram selecionados e recriados esses sistemas construtivos similares com o *HoneyBee*, importando esses sistemas construtivos e seus materiais e a partir do arquivo ".idf" produzido e disponibilizado pelos autores. Neste, os autores realizaram estudos para criar sistemas construtivos de alvenaria com blocos de concreto com resultados similares aos sistemas reais para serem utilizados no *EnergyPlus*.

Esses sistemas têm os mesmos resultados dos sistemas reais dos sistemas de parede em alvenaria com blocos de concreto que estão presentes em "Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros" da portaria Inmetro nº 50/20 (INMETRO, 2013).

Tabela 18 – Sistemas construtivos selecionados de Weber et al. (2017)

Sistemas Construtivos	U (W/m²k)	Ct (kJ/m².K)
NBR 15575 Parede de referência	1,75	220
Parede bloco concreto 9x19x39 c/ argamassa ext	3,01	157
Parede Tijolo ceramico 9x9x24 sem revestimento	2,93	42
Parede bloco concreto 9x19x39 c/ placa gesso int e argamassa ext	2,90	159
Parede bloco concreto 14x19x39 c/ argamassa ext	2,87	211
Parede bloco concreto 9x19x39 c/ argamassa int e ext	2,79	209
Parede bloco concreto 14x19x39 c/ placa gesso int e argamassa ext	2,78	222
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 sem revestimento	2,75	39
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 c/ argmassa ext	2,72	98
Parede bloco concreto 14x19x39 c/ argamassa int e ext	2,68	272
Parede bloco concreto 14x19x39 c/ argamassa int e granito ext	2,62	329
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 c/ placa gesso int e argmassa ext	2,55	100
Parede bloco concreto 9x19x39 c/ gesso int e argamassa ext	2,53	178
Parede bloco concreto 14x19x39 c/ gesso int e argamassa ext	2,44	241
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 c/ argamassa int e granito ext	2,39	210
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 c/ argamassa int e ext	2,39	150
Parede Tijolo ceramico 9x19x19 c/ argamassa int e ext	2,37	151
Parede Tijolo ceramico 14x9x24 sem revestimento	2,35	56
Parede Tijolo ceramico 9x14x24 c/ gesso int e argmassa ext	2,21	120
Parede Tijolo ceramico 12x19x19 c/ argamassa int e ext	2,13	155
Parede Tijolo ceramico 14x19x29 c/ argamassa ext	2,02	106
Parede Tijolo ceramico 14x19x29 c/ argamassa int e ext	1,83	161
Parede Tijolo ceramico 14x19x29 c/ placa gesso int e argamassa ext	1,80	105
Parede Tijolo ceramico 14x19x29 c/ gesso int e argamassa ext	1,68	125
Parede dupla Tijolo ceramico 9x14x24 c/ argamassa int e ext	1,27	195
Parede dupla Tijolo ceramico 9x14x24 c/ EPS	0,68	199
Parede dupla bloco concreto 14x19x39 c/ argamassa int e ext	0,63	439
Parede dupla bloco concreto 14x19x39 c/ EPS	0,29	441

Fonte: Sistemas selecionados pelo autor a partir de Weber et al. (2017).

3.5 APÓS SER DESENVOLVIDA A TABELA SÍNTESE DAS DIRETRIZES, A PARTIR DOS DADOS COLETADOS NA FASE DE PROBLEMATIZAÇÃO, FOI DADO O INÍCIO AO SEU DESENVOLVIMENTO COM O ALGORITMO E O SEU CÓDIGO. O ARTEFATO SE BASEOU NOS ARQUIVOS DE EXEMPLOS DISPONÍVEIS DA FERRAMENTA DO *PLUG-IN LADYBUGTOOL*, SENDO ADAPTADOS PARA O SEU OBJETIVO DA PESQUISA. INSTANCIAÇÃO E RESULTADOS COMPARADOS

Na fase de instanciação, o artefato desenvolvido foi apresentado e

testado com os participantes, utilizando computador pessoal do pesquisador, de forma individual, com cada participante em seus respectivos locais de trabalho. Suas opiniões e críticas foram coletadas por meio de falas durante a testagem e entrevista semiestruturada para avaliação da utilidade e eficácia do artefato (Apêndice O).

Observe-se que o artefato foi levado para ser testado com os mesmos voluntários da fase de problematização e acontece em três momentos após a captação do consentimento do participante. Primeiro foi realizada a apresentação do artefato de forma verbal, com o artefato em sua frente utilizando o computador portátil do pesquisador. Em seguida foi realizado o seu uso, iniciando pelo 'artefato simplificado' e seguido pelo 'artefato completo', ambos com auxílio e explicações do pesquisador. Ao final foi feita a entrevista para avaliar utilidade e eficácia do artefato do ponto de vista do participante sobre o artefato.

Nesse processo, avaliou-se a utilidade e a eficácia do artefato, considerando respostas individuais nas duas entrevistas. Da mesma forma, houve a triangulação das análises do pesquisador e das orientadoras, neste o pesquisador apresentou os dados coletados e captou suas observações e análises.

Foram questionados sobre o artefato desenvolvido, avaliação pessoal do artefato e a avaliação da utilidade e eficácia do artefato com o objetivo de verificar a utilidade do artefato, a partir da compreensão e usabilidade do artefato para a consideração do desempenho térmico de edifícios residenciais multipavimentados, desde a etapa de concepção do projeto e verificar a eficácia do instrumento na comunicação da análise do desempenho térmico da edificação projetada.

Todas as atividades ocorreram no escritório dos participantes com uso do computador pessoal do pesquisador. A tela do aparelho foi gravada com o programa *OBS Studio* junto com o áudio quando permitido pelo participante, garantindo a documentação e os passos realizados durante a atividade.

As entrevistas foram parcialmente transcritas e captando o conteúdo das respostas. Os dados foram analisados globalmente e seguido dos resultados dos indivíduos. Com os dados coletados, as respostas de cada participante foram tabeladas em um arquivo digital.

Na sequência, comparou-se as respostas das perguntas que tratavam do levantamento de dados, de estratégias e variáveis térmicas posicionadas na fase de projeto para perceber se o impacto do artefato para cada participante. Para o resultado global desenvolveu-se dois mapas de calor a partir da quantidade das

respostas para visualização das respostas da instanciação ao lado da problematização. Para os resultados individuais foram “sobrepostos” os resultados apresentando a respostas na problematização (1) e instanciação (2).

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo apresenta-se a caracterização dos entrevistados, além dos resultados da fase de problematização, juntamente com as diretrizes e o desenvolvimento para o artefato, os resultados da fase de instanciação e finalizando com a discussão dos dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Os quatro participantes são arquitetos atuantes, com experiência em projetos de habitação multifamiliar e possuem seus respectivos escritórios de arquitetura. O participante 3 projetou apenas um edifício residencial, os demais informaram mais experiência nesse tipo de edificação. Apenas o participante 4 tem menos de dez anos de atuação, os demais informaram possuir mais de vinte anos de atuação. O Quadro 5 apresenta características relevantes dos participantes para a pesquisa.

Quadro 5 – Caracterização dos participantes

Informações	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4
Tempo de atuação	Mais de 20 anos	Mais de 30 anos	Mais de 20 anos	Entre 5 e 10 anos
Cidade	Londrina – PR	Maringá – PR	Londrina – PR	Nova Esperança – PR
Principais tipos de projeto	Edifícios residenciais e comerciais	Habitações unifamiliares e edifícios residenciais	Habitações unifamiliares	Habitações unifamiliares e edifícios residenciais
Projetos de edifício	Vários	Vários	1 projeto	Vários
Simulação Térmica	Não utiliza.	Não utiliza.	Não utiliza.	Não utiliza.

Fonte: o próprio autor.

Além disso, os participantes diferem com relação ao uso do partido e a linguagem arquitetônica, como pode ser visto no Quadro 6. Os participantes 1 e 4 não o utilizam, pois visam solucionar os problemas de projeto a partir do ponto de vista do cliente, construtora ou incorporadora, que é o custo, investimento e retorno do empreendimento. Os participantes 2 e 3 informaram utilizar a estratégia do partido arquitetônico, entretanto cada um informou uma origem diferente para ele. A linguagem obteve respostas variadas. O participante 1 considera não possuir linguagem por causa das demandas dos clientes, mas consegue utilizar algumas

soluções projetivas com alguma frequência.

Quadro 6 - Partido e linguagem arquitetônica dos participantes

Participante	Tem algum `par	Possui alguma linguagem arquitetônica?
Participante 1	Não. Visa responder as demandas dos clientes.	Não, pois visa responder as demandas dos clientes e do problema. Mas considera que seus edifícios têm soluções projetivas em comum.
Participante 2	Sim. Surge do cliente e dos problemas de projeto.	Jogo de telhados.
Participante 3	Sim. Surge principalmente das condições ambientais e a linguagem própria.	Desenho de esquadrias; jardins internos; diagonais na fachada.
Participante 4	Não. Visa responder as demandas dos clientes.	Plantas bem resolvidas.

Fonte: o próprio autor.

Todos os participantes utilizam algum software tipo CAD e de modelagem 3D. Três deles utilizam algum programa tipos BIM e citaram softwares para renderização de imagens, entretanto nenhum participante utiliza ferramentas paramétricas. Nenhum dos voluntários realizam a simulação térmica de forma independente ou via serviço de terceiros, como pode ser visto no Quadro 7, porém todos utilizam estratégias projetivas visando melhorar o desempenho térmico.

Quadro 7 – Tipos de software utilizados por participante

Tipo de software	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4
Não utiliza				
CAD	X	X	X	X
Modelagem 3D	X	X	X	X
BIM		X	X	X
Paramétrica				
Outros	Renderização	Renderização	Renderização	
Simulação térmica	Não	Não	Não	Não

Fonte: o próprio autor.

4.2 ENTREVISTAS – PROBLEMATIZAÇÃO

A transcrição das entrevistas está no Apêndice J e as análises individuais no Apêndice K. Na problematização, objetiva-se destacar as necessidades de cada projetista com relação ao artefato.

4.2.1 Participante 1

O **participante 1** informou atender principalmente construtoras e empreendedores em edifícios verticais; informou que projeta muitos edifícios residenciais e comerciais verticais, em menor número realiza projetos de interiores para residências e apartamentos. Da sua experiência com edifícios habitacionais, informou que geralmente possuem entre 10 e 30 pavimentos, podendo alcançar até 22 mil m² de área construída. Durante a entrevista deu informações sobre os usos residenciais principalmente e acrescentou com informações de edifícios comerciais para apresentar mais de seus conhecimentos. O Quadro 8 sintetiza os dados e estratégias que utiliza ou já utilizou em seus projetos.

Quadro 8 – Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 1

Tipo	Dados extraídos da entrevista
Dados levantados	Características físicas: Radiação incidente, condições climáticas, análise do entorno, geometria do terreno, levantamento topográfico, implantação, ventilação natural, orientação solar. Projeto: Demandas dos clientes, número de ambientes, programa de necessidades, função e uso do edifício, vistas. Legal: código de obras, plano diretor, leis ambientais da cidade, normas construtivas e a legislação local.
Estratégias Utilizadas	Térmicas: Sacadas para controle da radiação, tamanho e orientação de janelas, brises, ventilação cruzada, cores claras, posição dos quartos, paredes de alvenaria executadas com materiais isolantes para paredes, esquadrias mais eficientes, materiais isolantes em paredes externas, “vidros de alta performance”.
O que mais impacta no desempenho térmico	Grandes janelas, orientação das janelas, ventilação cruzada

Fonte: o próprio autor.

O participante 1 realiza o seu levantamento de dados observando características físicas e legais do terreno e as exigências legais e normativas, buscando atender as necessidades dos clientes e incorporadores, visando atender ao desempenho térmico requerido. Nesse processo é dado destaque ao desempenho térmico dos ambientes sociais, com uso de estratégias de integração de ambientes e de ventilação cruzada.

As características físicas do terreno, condições climáticas, orientação, radiação incidente e ventilação natural, ajudam a definir a disposição dos ambientes, além de alguns materiais para aplicação nas paredes. A geometria do terreno e implantação impactam na geometria final devido aos recuos legais.

O participante 1 apontou que, devido ao elevado valor de

investimento, os clientes, geralmente incorporadoras e construtoras, tem grande poder de decisão e alteração de projeto durante o processo. Logo, a definição do partido arquitetônico não é uma prioridade, e sim a solução do projeto a partir da viabilidade do investimento e seu retorno. Com relação ao artefato, o participante 1 informou que gostaria de “visualizar o conforto (sic) para o verão e verificar se há possibilidades de melhorar esses ambientes.”.

O Quadro 9 informa as fases que o este participante toma decisões sobre as variáveis que impactam no desempenho térmico.

Quadro 9 – Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 1

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria		X		
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		
Paisagismo				X
Sombreamento		As vezes	X	
Vegetação			X (Propõe varandas com jardim)	
Ventilação natural			X	
Verticalização		X (Cliente)		
Contato com o solo	X			
23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?				
Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			X	
Materiais			X	
Orientação Solar	X			
Posição das janelas		X		
Sombreamento (Brisas)		X		
Tamanho das janelas			X	
24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			X	
Atraso térmico	X			
Capacidade térmica	X			
Transmitância térmica				X
Fator solar		X		
25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?				
Representação				Resposta

a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão	
b) Tabela de valores	
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.	X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número	
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas	X
f) Superfícies coloridas representando valores	

Fonte: o próprio autor.

4.2.2 Participante 2

O **participante 2** informou que realiza projetos para médio e alto padrão em habitações unifamiliares diretamente com o cliente e multifamiliares com construtoras. Acrescentou que o seu processo de projeto inicia com uma entrevista com os clientes do projeto, determinando os objetivos e as suas necessidades, e levantando as informações físicas e legais do terreno. Foi apontado que a estética da edificação tenta integrar as soluções, estratégias projetivas, a linguagem do projeto, que é definida pelo cliente na maioria das vezes. No Quadro 10 apresenta-se os dados levantados, as estratégias informadas durante a entrevista e o considerado que mais impacta no desempenho do projeto.

Quadro 10 – Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 2

Tipo	Dado citado na entrevista
Dados levantados	Características físicas: levantamento topográfico, programa de necessidades, ventilação natural, orientação solar, vistas, radiação incidente, análise do entorno, número de ambientes, chuva – volume e ventilação, geometria do terreno, condições climáticas. Projeto: entrevistas com os clientes, função e uso do edifício. Legal: código de obras, plano diretor.
Estratégias utilizadas	Tamanho de janelas, brises, pergolados, sistemas construtivos de parede com isolamento, tipos de vidro (fator solar), paisagismo, marquises
O que mais impacta no desempenho	Implantação e insolação

Fonte: o próprio autor.

Este participante prioriza os ambientes sociais e o período do verão. O paisagismo é adotado como uma estratégia térmica em seu processo permitindo o sombreamento dos ambientes. O participante 2 prioriza a face norte em seus projetos, pois permite que a edificação receba insolação o ano todo, mantendo os ambientes confortáveis durante o inverno e promovendo a salubridade. Além disso, argumenta que há possibilidade de controlar a insolação com estratégias de sombreamento para o verão. Os materiais e o sistema construtivo, inicialmente, são propostos a partir dos

dados levantados e da estética, mas ainda cabe ao cliente aprovar as especificações na fase de anteprojeto, como visto também no Quadro 11.

Durante a coleta de informação, considera a insolação e radiação importantes para a geometria. O participante 2 não informou informação que sente necessidade sobre o desempenho térmico. No Quadro 11 mostra-se que este participante realiza a tomada de decisão sobre as variáveis que impactam no desempenho térmico principalmente na etapa de concepção.

Quadro 11 – Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 2

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria		x		
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo			x	
Sombreamento		x		
Vegetação		x		
Ventilação natural		x		
Verticalização		x		
Contato com o solo		x		
23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?				
Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor	x			
Materiais	“Vontade Estética e funcional”		x	
Orientação Solar	x			
Posição das janelas	x			
Sombreamento (Brisas)	x			
Tamanho das janelas	x			
24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?				
	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Não
Absortância térmica	x			
Atraso térmico	x			
Capacidade térmica			Projeto Legal	
Transmitância térmica			Projeto Legal	
Fator solar			Especificações	
25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?				
Representação				Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão				x
b) Tabela de valores				
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.				x
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número				
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas				x
f) Superfícies coloridas representando valores				

Fonte: o próprio autor.

4.2.3 Participante 3

O **participante 3** informou atuar principalmente com habitações unifamiliares de alto padrão e tem experiência com outros tipos de edificação. Este demonstrou mais conhecimento técnico com relação ao desempenho térmico, pois é algo de seu interesse. Sua experiência se limita a um projeto de apartamentos com quatro pavimentos.

Informou que seu processo de projeto acontece, inicialmente com uma reunião com o cliente, em que apresenta a linha projetiva do escritório e sua linguagem. Para dar sequência ao projeto, é realizada uma entrevista capturando os requisitos do cliente e as informações do lote. O participante 3 prioriza as soluções voltadas para o verão e os quartos, a partir disso, os ambientes sociais (Quadro 12).

Quadro 12 – Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 3

Tipo	Dado citado na entrevista
Dados levantados	Características físicas: orientação solar, chuvas, ventilação, levantamento topográfico, radiação incidente, ruído, análise do entorno, mobiliário urbano, odores, ventilação natural, postes/ iluminação urbana, vistas. Projeto: Função e uso do edifício, número de ambientes, programa de necessidades, entrevista,
Estratégias utilizadas	Brises, cobogós, tamanho de janelas, esquadrias, orientação do telhado
O que mais impacta no desempenho	Proteções externas e brises

Fonte: o próprio autor

Para este participante as chuvas e sentido do vento ajudam a determinar a orientação e as quedas de coberturas. Utiliza a ventilação natural como estratégia para melhorar o desempenho térmico e a controla com uso de elementos vazados. A ventilação natural e radiação incentivam o uso de cobogós e brises e beneficiam a sua linguagem.

Durante a coleta de informação considera prioritárias as informações de ventilação e radiação. Sobre informações que o participante 3 considera necessárias para apoiar sua tomada de decisão sobre desempenho térmico são: a possibilidade de medir o impacto de brises, materiais e cores de paredes; verificar as trocas de calor e a temperatura dos ambientes em valores absolutos ou porcentagem;

e a possível economia gerada pelo uso dessas estratégias.

No Quadro 13 é possível verificar que este participante toma decisões sobre as variáveis que impactam no desempenho térmico principalmente nas etapas de concepção e de pré-projeto.

Quadro 13 - Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 3

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria		x		
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo			x	
Sombreamento		x		
Vegetação	x			
Ventilação natural		x		
Verticalização		x		
Contato com o solo		x		
23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?				
Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor		x		
Materiais		x		
Orientação Solar	x			
Posição das janelas	x			
Sombreamento (Brisas)	x			
Tamanho das janelas		x		
24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			x	
Atraso térmico			x	
Capacidade térmica			x	
Transmitância térmica			x	
Fator solar			x	
25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?				
Representação				Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão				x
b) Tabela de valores				
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.				x
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número				x
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas				x
f) Superfícies coloridas representando valores				

Fonte: o próprio autor.

4.2.4 Participante 4

O **participante 4** informou ter experiência com arquitetura residencial unifamiliar e edifícios de apartamentos; informou que considera “norma de desempenho” (a NBR 15575) e utiliza os seus requisitos mínimos como base e a partir deles busca melhorar o desempenho térmico. Durante a entrevista o participante 4 deu respostas direcionadas principalmente aos edifícios verticais, sendo respostas mais objetivas. O processo de projeto deste é semelhante ao processo de projeto do participante 1, pois seus projetos de edifícios dão prioridade a resolução do projeto considerando o custo e o retorno do investimento e o cliente incorporador.

Este participante prioriza a resolução espacial do pavimento tipo visando ser o mais eficiente e menos custoso e os ambientes sociais. Projeta priorizando o verão e considera que os ruídos do local interferem no posicionamento de janelas. Dá atenção maior às esquadrias e janelas devido às demandas normativas e que só utiliza janelas que possuem laudo térmico e acústico. Os dados e estratégias utilizadas por este participante estão presentes no Quadro 14.

Quadro 14 – Dados levantados e estratégias adotadas pelo participante 4

Tipo	Dado citado na entrevista
Dados levantados	Características físicas: orientação solar, radiação incidente, análise do entorno, ruído, EIV (estudo de impacto de vizinhança) Projeto: Programa de necessidades. Legal: código de obras, plano diretor.
Estratégias utilizadas	Brisas, sistema construtivo, esquadrias, orientação das aberturas
O que mais impacta no desempenho	Vedações externas, esquadrias e materiais das esquadrias

Fonte: o próprio autor.

Observe-se que este participante durante a coleta de informação não prioriza nenhuma informação, pois considera todas as informações importantes. Com relação ao desempenho térmico, considera que as vedações externas, esquadrias e materiais das esquadrias impactam significativamente o desempenho térmico. E acrescentou que em suas obras todas as esquadrias possuem laudo técnico de desempenho térmico e acústico.

Quanto às informações que o participante 4 necessita para ajudar na tomada de decisão sobre desempenho térmico são informações técnicas disponíveis e organizadas, tabeladas. Além disso, destacou que gostaria que houvesse um maior

número de profissionais que forneçam o serviço de simulação e análise térmica.

No Quadro 15 demonstra-se que este participante realiza a tomada de decisão sobre as variáveis que impactam no desempenho térmico principalmente nas etapas de concepção e no pré-projeto.

Quadro 15 – Variáveis relacionadas ao desempenho térmico, consideradas pelo participante 4

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria				X
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		
Paisagismo			X	
Sombreamento				X
Vegetação				X
Ventilação natural		X		
Verticalização		X		
Contato com o solo		X		
23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?				
Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			X	
Materiais			X	
Orientação Solar	X			
Posição das janelas	X			
Sombreamento (Brises)			X	
Tamanho das janelas	X			
24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				X
Atraso térmico	X			
Capacidade térmica				X
Transmitância térmica				X
Fator solar				X
25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?				
Representação				Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão				
b) Tabela de valores				X
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.				X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número				X
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas				
f) Superfícies coloridas representando valores				

Fonte: o próprio autor.

4.2.5 Resultado Geral

Analisou-se os resultados totais das entrevistas com os participantes objetivando identificar quais são as informações e estratégias mais utilizadas e requisitadas por eles.

Com relação às **necessidades dos participantes**, as demandas informadas foram postas no Quadro 16. Com este quadro é perceptível que não houve requisitos explícitos para simulares, no caso do participante 4 informou que os requisitos vão além do artefato, ressaltamos que o participante 2 não conseguiu informar nenhum requisito no momento da entrevista.

Quadro 16 – Necessidades dos participantes

Participante	21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?
1	Medir o desempenho e conforto dos ambientes sociais durante o verão para verificar se podem ser melhorados.
2	(Não conseguiu responder a esta pergunta)
3	Medir o calor dos ambientes e a economia de energia.
	O resultado deve ser pela temperatura do ambiente, se possível em porcentagem então pelo valor bruto.
	Detectar o impacto de materiais de paredes, cores e brises.
4	Necessita de mais informações técnicas organizadas e disponíveis (como tabeladas de materiais e seus valores) que auxiliem na tomada de decisão sobre desempenho térmico.
	Gostaria de assistência técnica especializada. Pois informou que gostaria que houvesse mais profissionais que fornecessem de esse tipo de serviço (de simulação e análise térmica).

Fonte: o próprio autor.

Considera-se que esses requisitos apenas informam pedidos e necessidades individuais. Por isso observa-se as respostas das outras perguntas relacionadas com o desempenho térmico como.

Para **representação do artefato** observa-se as respostas da pergunta 25 na Tabela 20, que informam sobre a representação que mais interessa aos participantes é a que informa uma nota ao ambiente. Seguido da representação da planta com cores, então gráficos e volumes coloridos e, por último, tabelas de valores. Com esses resultados foram definidas as diretrizes: utilizar o método da NRB

15575:2021 para a simulação; utilizar a representação em gráficos, plantas e volumes.

Tabela 20 – Preferência da representação

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?	
Representação	Contagem
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão	2
b) Tabela de valores	1
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.	4
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número	2
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas	3
f) Superfícies coloridas representando valores	-

Fonte: o próprio autor

O participante 1 informou que gostaria de medir o desempenho de ambientes sociais na estação do verão. Indicando a necessidade de realizar a **análise durante o verão e em ambientes prioritários**. Essa necessidade se relaciona com as perguntas referentes as prioridades dos participantes durante o processo de projeto relacionadas com o desempenho térmico. O Quadro 17 apresenta quais são os ambientes prioritários no processo de projeto dos participantes, quais ambientes o desempenho térmico é priorizado e qual o período do ano que consideram para projetar.

Quadro 17 – Prioridades dos participantes

Participante	Ambiente prioritário		Período do ano prioritário
	Projeto	Desempenho	
P1	Social, em seguida quartos	Social então suíte master	Nenhum em especial
P2	Social, em seguida quartos	Todos os ambientes	Verão
P3	Quartos, em seguida social	Dormitórios e depois social	Verão
P4	Social, em seguida quartos	Área social	Verão

Fonte: o próprio autor.

Percebeu-se que três dos quatro participantes priorizam o verão em seus projetos, que é o período do ano com o maior desconforto por calor e concordando com Triana et al., (2015), que informaram a prevalência do desconforto pelo calor em seu artigo, portanto, criou-se uma diretriz para verificar o desempenho dos ambientes durante o verão.

No caso dos ambientes prioritários, os ambientes sociais foram citados em todas as respostas tanto no processo de projeto dos participantes quanto no desempenho térmico deles. O desempenho térmico de dormitórios, quartos, não é

priorizado pelo participante 4 e somente a suíte master é priorizada pelo participante 1.

Somente o participante 3 respondeu que considera o desempenho térmico dos ambientes sociais e dormitórios (APPs), conforme a NRB 15575-1:2021 (ABNT, 2021) e analisa a partir da norma para medir o seu desempenho. Isso indica que os demais participantes não demonstraram o conhecimento dos ambientes avaliados pela NBR 15575-1:2021, os APPs, mas todos consideram o social.

Nesta etapa, realizou-se a contagem e tabulação dos **dados considerados pelos participantes** durante o processo de projeto, indicados na Tabela 19 visando identificar quais são mais prevalentes entre os participantes e que podem ser considerados nas diretrizes do artefato. Todos os participantes citaram a orientação, demonstrando a preocupação com o movimento do sol e o seu impacto. Além disso, os participantes captam a função e programa de necessidades da edificação com o cliente e as características físicas do movimento do sol e orientação do terreno utilizando o *SketchUP* ou carta solar. Das variáveis citadas por três participantes, destacam-se as variáveis físicas de ventilação natural, topografia, análise do entorno e vistas.

Tabela 19 – Contagem dos dados citados nas entrevistas por participante

Tipo	Dados	Participantes				Total
		P1	P2	P3	P4	
Cliente	Função e uso do edifício	X	X	X	X	4
Cliente	Programa de necessidades	X	X	X	X	4
Físicas	Orientação solar	X	X	X	X	4
Físicas	Radiação incidente	X	X	X	X	4
Físicas	Análise do entorno	X		X	X	3
Físicas	Levantamento topográfico	X	X	X		3
Físicas	Ventilação natural	X	X	X		3
Físicas	Vistas	X	X	X		3
Legais	Código de obras	X	X		X	3
Legais	Plano diretor	X	X		X	3
Cliente	Número de ambientes	X	X	X		3
Cliente	Entrevista		X	X		2
Físicas	Chuva – volume e ventilação		X	X		2
Físicas	Condições climáticas	X	X			2
Físicas	Geometria do terreno	X	X			2
Físicas	Ruído			X	X	2
Físicas	EIV (estudo de impacto de vizinhança)				X	1
Físicas	Local onde vai ser implantado	X				1
Físicas	Mobiliário urbano			X		1
Físicas	Odores			X		1
Físicas	Postes – Iluminação urbana			X		1
Legais	Leis ambientais da cidade	X				1
Legais	Normas construtivas a legislação	X				1
Totais	23 dados diferente	16	14	15	9	

Fonte: o próprio autor.

Com relação **as estratégias utilizadas pelos participantes**, utilizam-se diferentes estratégias para beneficiar o desempenho térmico durante as entrevistas. Estas estratégias foram organizadas e apresentadas na Tabela 20. Com ela foi possível notar que cada participante possui diferentes conjuntos de estratégias possíveis. Percebe-se que as estratégias mais citadas para beneficiar o desempenho térmicos são: o uso de **brises, o sistema construtivo, o tamanho de janela e as esquadrias**.

Tabela 20 – Estratégias térmicas citadas durante as entrevistas

Dados	Participantes				Total
	P1	P2	P3	P4	
Cores / Absortância Térmica	x				1
Tipos de vidro / Fator Solar	x	x			2
Ventilação cruzada	x		x		2
Brises	x	x	x	x	4
Cobogós			x		1
Pergolados		x			1
Varanda	x				1
Sistema construtivo / Vários*	x	x		x	3
Tamanho de janelas	x	x	x		3
Paisagismo		x			1
Marquises		x			1
Esquadrias		x	x	x	3
Pergolados		x			1
Orientação solar		x	x		2
Total	6	10	6	3	

* O sistema construtivo implica em mais de uma variável térmica. **Fonte:** o próprio autor.

Na Tabela 21 apresenta-se um mapa de calor das respostas da Pergunta 22, que questionou em que fases os participantes consideram alguns dados. Com ela foi possível observar a ordem do uso dessas informações e a tomada de decisão. Percebe-se que a maior parte das informações são demandadas na fase de concepção.

Tabela 21 – Consideração das variáveis ambientais

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?				
Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou detalhamento
Geometria		3		1
Movimento do Sol		4		
Orientação do edifício		4		
Paisagismo			3	1
Sombreamento		2	1	1
Vegetação	1	1	1	1
Ventilação natural		3	1	
Verticalização		4		

Contato com o solo	1	3
--------------------	---	---

Fonte: o próprio autor.

Na Tabela 22 apresenta-se o mapa de calor para informar em que fase se concentram as decisões sobre variáveis térmicas de paredes e janelas utilizando as respostas da pergunta 23. Nessa tabela informa-se que os participantes consideram a orientação solar e a posição de janelas na fase de concepção e os materiais no anteprojeto principalmente. As outras variáveis tiveram dispersão ficando distribuídas entre as três fases.

Tabela 22 – Consideração das estratégias de parede e janela

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?				
Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor	1	1	2	
Materiais		1	3	
Orientação Solar	4			
Posição das janelas	3	1		
Sombreamento (Brisas)	2	1	1	
Tamanho das janelas	2	1	1	

Fonte: o próprio autor.

Com essas respostas foi possível considerar que os dados e estratégias que os participantes têm em comum devem ser inclusas nas diretrizes do artefato. Portanto foi criada a diretriz para incluir a orientação solar, a possibilidade de considerar o entorno, ventilação natural, o uso de brises, o uso de diferentes sistemas construtivos, o uso de janelas com tamanhos diferentes, e o uso de esquadrias.

As entrevistas confirmam essa informação visto que os participantes 1 e 2 mencionaram utilizar vidros com melhor desempenho. O participante 1 informou utilizar vidros de alto desempenho e o participante 2, vidros coloridos, com menor fator solar. Enquanto o participante 4 considera que a janela tem alto impacto no desempenho e por isso considera a orientação solar, a posição e tamanho da janela na concepção.

O sistema construtivo é considerado pelos participantes 1, 2 e 4. Eles informaram que utilizaram algum sistema construtivo diferentes para melhorar o desempenho térmico da habitação.

A ventilação natural é considerada pelos participantes 1, 2 e 3, entretanto o participante 3 foi o que mais informou como utiliza essa estratégia. Este utiliza brises, cobogós, barreiras vasadas e aberturas nos muros para controlar e

orientar a ventilação natural. O participante 1 considera interessante o uso da ventilação cruzada nos projetos de edifícios habitacionais, priorizando-a nos ambientes sociais, onde geralmente é possível integrar os ambientes de cozinha e social.

O participante 2 informou o possível uso do paisagismo como elemento de sombreamento para beneficiar o desempenho térmico das habitações, entretanto ele descreveu essa estratégia em projetos de habitações unifamiliares, em contato com solo. Contudo participante 1 considera isso possível se utilizada a varanda com as plantas e o paisagismo não foi citado na concepção, apenas a partir do pré-projeto, levando a crer que o paisagismo não será um partido.

Com relação a **compreensão sobre o tema**, a pergunta 24, indicada na Tabela 23, questionou os participantes sobre as variáveis térmicas de paredes e janelas utilizando os termos da NBR 15220 (ABNT, 2005) e seus resultados estão presentes na forma de mapa de calor. Notou-se que as respostas se concentraram na fase de anteprojeto para as características térmicas de parede e o pré-projeto para a absorvência térmica. Todavia esse resultado indica uma desconexão entre os termos da norma para a cor e os materiais visto que posicionaram os termos em fases diferentes da fase de definição dos materiais de parede e que ainda existem participantes que não compreendem a capacidade ou o atraso térmico.

Tabela 23 – Consideração das variáveis térmicas

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?				
Variável	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absorvência térmica		1	2	1
Atraso térmico	2	1	1	
Capacidade térmica	1		1	2
Transmitância térmica			1	3
Fator solar		1	1	2

Fonte: o próprio autor

Além disso, constatou-se que os participantes não utilizam a **simulação térmica** em seus respectivos processos de projeto, entretanto cada participante utiliza estratégias que consideram adequadas para beneficiar o desempenho térmico das habitações. Portanto, considerou-se este primeiro contato dos participantes com ferramentas do tipo e foi acrescentada uma diretriz ao artefato para auxiliar na testagem e aprendizado das variáveis térmicas.

Com base no exposto, percebe-se que o **cliente e as restrições** estão conectados e impactam no processo de projeto. Lawson (2005) informou que o cliente é um agente do processo de projeto, determinando problemas, restrições e objetivos. Durante as entrevistas notou-se que o principal cliente de edifícios são as construtoras ou incorporadoras, como relataram os participantes 1, 2 e 4. Os participantes 1, 2 e 4 relataram que o este tipo de cliente é mais especializado e tem uma expectativa do projeto baseada em estudos de viabilidade próprios ou não.

O participante 1 informou que realiza os estudos de viabilidade ou propostas iniciais para esses clientes e já houve casos em que o tipo da edificação foi totalmente alterado. O participante 2 relatou algo similar, pois houve casos em que teve liberdade para otimizar a unidade tipo até que conseguiu incluir um novo pavimento.

O custo e viabilidade do empreendimento são os principais critérios dos edifícios segundo o participante 1, quem apresentou ter a maior interferência do cliente em seu processo de projeto dentre os participantes. O participante 4 também informou que as soluções de projeto possíveis de serem utilizadas para os projetos de edifícios estão limitadas pelo custo.

Os participantes podem lidar com o cliente de diferentes formas, como relatado pelo participante 2 que informou possuir linguagem e gostos pessoais, mas trabalha com as demandas do cliente e o assiste para tomar melhores decisões a partir de seu conhecimento técnico, analisando, apontando os problemas e informando algumas soluções para o projeto.

O participante 3 foi o único que afirmou conseguir impor parte de sua linguagem no projeto e ainda atender as demandas de seus clientes, entretanto este tem mais experiência com habitações unifamiliares. Em seu caso, o cliente geralmente delimita o número de ambientes e área quanto ao projeto.

Essas restrições também alteram o processo de projeto visto que os participantes 1, 3 e 4 citaram a estratégia do projeto para edifícios com a planta espelhada, onde projetam a habitação a partir do '**pioor caso**' ou da 'pioor unidade'. Eles informaram que nestes casos eles projetam a unidade com a pior orientação solar como unidade tipo e depois a refletem essa unidade na planta para as demais unidades, assim uniformizando todas as unidades.

Além disso, a verticalização foi apontada como restritiva para os projetos de edifícios, pois limita as estratégias possíveis e reduzindo-as

principalmente as estratégias de paredes, janelas e sombreamento por brises. E todos os participantes relataram casos em que o cliente requisitou grandes janelas em faces desfavoráveis e que levaram a reuniões para conciliar e solucionar o consequente desconforto térmico.

Com relação as **variáveis térmicas e as estratégias dos participantes**, no Quadro 18 sintetiza-se parte das respostas captadas pelas entrevistas junto as variáveis recomendadas da RSL sobre variáveis térmicas de paredes e janelas, Tabela 9. Com isso, percebeu-se que algumas variáveis não foram citadas pelos participantes (cobertura vegetal e massa específica) e outra tem limitações impostas pelos clientes nos casos da verticalização e geometria. O termos utilizados pela NBR 15575 não foram ditos diretamente durante as entrevistas, apenas nas perguntas referentes a elas.

Quadro 18 – Variáveis da RSL e as respostas dos participantes

Variável	Respostas dos Participantes
Cobertura Vegetal	Não foi citada. O mais próximo foi a citação da varanda com jardim pelo participante 1 e os benefícios da biofilia. Participante 2 considera integrar o paisagismo ao desempenho quando possível.
Capacidade Térmica	Um dos quatro participantes não a compreende. Possível de ser utilizada ao alterar o sistema construtivo das vedações.
Verticalização	Fora do controle do projetista. Vem da demanda do mercado, cliente empreendedor. Pode limitar as estratégias para desempenho térmico.
Absortância Solar	Utilizada pelos participantes, se referindo a ela pela cor. Compreendem que as cores claras reduzem o aquecimento. Não foi citada pelos diretamente e parte deles compreendem a variável.
Ventilação	Todos os participantes a observam e utilizam desde a concepção. O participante 3 utiliza algumas estratégias para captar e controlar a ventilação. A ventilação cruzada foi citada pelo participante 1.
Geometria	Resultado dos parâmetros urbanísticos, para edifícios não foi citada outra geometria além do bloco único. O cliente e o terreno têm impacto nessa variável ao determinar o número de pavimentos, habitações por pavimento e ambientes por unidade. O “espelhamento” das plantas também impacta no desempenho segundo os participantes e os limita a resolver o problema da pior unidade. Pode ser alterada por forças maiores e demandas dos clientes como nos casos: O participante 2 citou que projetou um volume único na diagonal para contemplar melhores vistas. O participante 1 afirmou que as vistas influenciam o layout interno e que também tenta aproveitar a ventilação quando cruzada quando possível. Possível utilizar a tática da unidade tipo no “pior caso”.
Janela	Todos os participantes dão atenção a essa variável a partir da orientação solar, o norte do terreno, ventilação e suas dimensões. O participante 3 dá atenção especial a essa variável para melhorar o desempenho e por compor sua linguagem. As suas esquadrias têm impacto no desempenho, segundo o participante 1 e 4.

Transmitância Térmica	Todos os participantes conhecem e está mais concentrada na fase de anteprojeto onde é tomada a decisão e realizado o detalhamento. Os participantes 1, 2 e 4 citaram que utilizam materiais e sistemas de parede mais isolantes. O participante 4 citou a necessidade de tabelas dos sistemas construtivos com esses valores.
Orientação Solar	Todos os participantes dão atenção a essa variável a partir do Norte e insolação desde a concepção. O participante 2 foi o único que informou considerar a fachada norte boa para o desempenho térmico pois permite controlar a insolação com sombreadores.
Sombreamento	Idem a linha a acima e foi citado em diversas fases. São citados os usos de brises, beirais, venezianas e o paisagismo.
Atraso Térmico	Dois participantes não a compreendem e os outros a citaram durante a concepção e pré-projeto.
Massa Específica	Não houve pergunta sobre essa variável, porém ela se relaciona com a capacidade térmica.
Fator Solar	O participante 1 apresentou o maior domínio sobre essa variável pois cita e prioriza os vidros com “alta tecnologia”. Também já foi utilizado pelo participante 2, vidro bronze, porém sem a intenção de melhorar o desempenho térmico.
Outros	O projeto é focado no verão foi predominante, portanto, focados em soluções para o desconforto por calor. Não conseguem realizar a análise custo benefício para o desempenho térmico por não possuírem, utilizarem, uma ferramenta de análise. Assim ficam limitados a referência do custo da estratégia e no caso do participante 1 ainda acontece a análise de viabilidade realizada pela construtora. Parte dos participantes consideram as características térmicas após a concepção ou postergam até o anteprojeto. Não citaram espessura sem alterar o sistema construtivo.

Fonte: o próprio autor.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

4.3.1 Diretrizes do Artefato

Foram desenvolvidas as diretrizes do artefato a partir dos dados levantados pela revisão sistemática de literatura sobre as variáveis térmicas e as entrevistas de problematização. A primeira informou quais são as variáveis térmicas na ordem de impacto para a ZB3. A segunda informou em que fase e quais dados são levantados em consideração, e, em que fase e quais estratégias são utilizadas pelos projetistas durante o processo de projeto. Além disso, quais são as variáveis térmicas que consideram mais importante, como os projetistas se relacionam com as variáveis térmicas da RSL e quais são as informações que os projetistas gostariam de ter.

Os **pressupostos** são: produzir o artefato utilizando o software *Rhinoceros 3D* (Robert McNeel & Associates, 2023) e o *plug-in Grasshopper 3D* (Davidson, 2022) para utilizar a biblioteca *LadybugTools* (Ladybug Tools, 2022) que

permite a simulação térmica. Essa escolha foi realizada a partir da capacidade do pesquisador e porque permite o uso da simulação termo energética utilizando o motor *EnergyPlus* (DOE et al., 2022).

O artefato deve utilizar o processo de avaliação por simulação da NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) sempre que possível, considerando, portanto, os valores de referência dos materiais, as agendas de ocupação, iluminação, as cargas de iluminação e equipamentos, a infiltração e metabolismo.

Outra característica importante do artefato é realizar a simulação da edificação 'real' com ventilação natural via *AirFlowNetwork* e considerar a infiltração por frestas das aberturas segundo a Tabela 18 da NBR 15575-1:2021(ABNT, 2021), pois a criação e simulação de dois modelos energéticos tomaria muito tempo e porque os participantes consideraram a ventilação natural em seus projetos.

Conseqüentemente, optou-se por *avaliar o desempenho térmico a partir do percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT)*. Este é um parâmetro considerado para avaliação em todos os níveis de desempenho térmico da NBR 15575-1:2021(ABNT, 2021) e deve ser extraído a partir da simulação com ventilação natural.

Deste modo, optou-se por *não considerar as cargas térmicas de resfriamento e aquecimento* dos ambientes, pois esses parâmetros são extraídos utilizando a simulação do modelo sem a ventilação natural (ABNT, 2021). Além disso, somente o participante 3 informou interesse no consumo energético e a sua redução, sendo que todos os participantes consideraram a ventilação em seus projetos e dois dos participantes demonstraram o interesse no "conforto".

Observa-se que não se considerou o modelo de referência que NBR 15575 (ABNT, 2021) exige para calcular o desempenho da edificação real, pois o artefato demandaria mais tempo de simulação e a automação para criar 2 modelos diferentes.

O artefato deve simular um pavimento intermediário, o telhado e piso devem ser constituídos dos materiais adiabáticos já existentes no *plug-in Ladybug Tools* (com alta resistência e sem capacidade térmica) para isolar o impacto da parede e janela. Isso torna o resultado menos realista, entretanto valoriza o impacto de paredes e janelas e reduz variáveis.

Além disso, é recomendado calcular o desempenho utilizando a temperatura operativa do ar dos ambientes, tal qual a NBR 15575 (ABNT, 2021)

determina. Esse cálculo classifica a temperatura operativa do ar considerando a faixa de conforto entre 18°C e 26°C e as demais foram consideradas desconforto por frio, abaixo da faixa de conforto, ou calor, acima da faixa.

Deve ser possível inserir o contexto, entorno, e brises para captar o impacto de brises e da posição da edificação. A adoção do contexto permite que a simulação seja realista para o usuário e a inserção dos brises permite detectar o impacto do uso dessa estratégia.

Em contrapartida algumas **limitações** presentes para o artefato são: a impossibilidade de inserir as esquadrias nas janelas. Isso aconteceu por causa da biblioteca do *HoneyBee*, contrariando a determinação da NBR 15575 (ABNT, 2021) e o interesse dos participantes pelas esquadrias; portas tem o mesmo controle de abertura de janela devido as configurações do *HoneyBee*, novamente contrariando a determinação da mesma norma Por outro lado, isso simplificou a modelagem do artefato.

O participante 3 informou que gostaria de medir a quantidade de calor transmitida pelas superfícies externas. Essa demanda não precisa ser inclusa no artefato, pois a própria biblioteca do *LadybugTools* já possui uma ferramenta para tal a partir da simulação térmica. Considerando todos os dados levantados, os pressupostos e limitações das diretrizes, foi confeccionado o Quadro 19 com as diretrizes do artefato.

Quadro 19 – Lista de diretrizes levantadas para o artefato

Diretrizes
Avaliar o desempenho a partir da temperatura operativa do ar das APPs.
Devem ser representados gráficos de valores dos resultados da simulação.
Devem ser representados em volumes e plantas coloridos.
Inserir as variáveis levantadas pela RSL.
Se aproximar da avaliação por simulação da normativa com o uso da ventilação natural devido ao impacto da ventilação.
Ser possível, avaliar o impacto das estratégias utilizadas considerando as variáveis térmicas da RSL, e as estratégias consideradas pelos participantes: cores, materiais da parede, sombreamento (brises e beirais)
Ser uma ferramenta fácil de usar.
Ser fácil de ler.
Informar, via tabelas, valores referentes as características térmicas dos materiais.
Avaliar o desempenho no verão.
Permitir o aprendizado das variáveis térmicas

Fonte: o próprio autor.

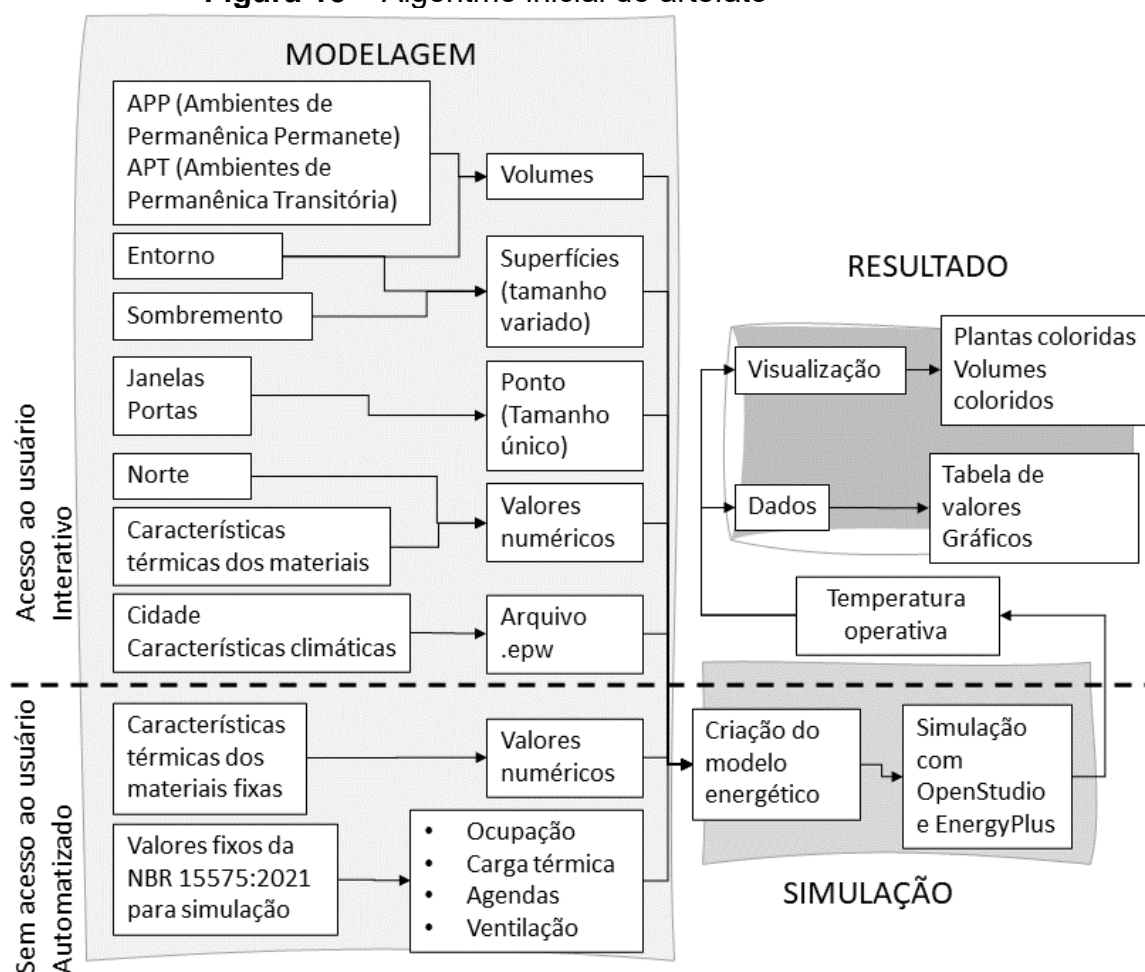
4.3.2 Algoritmo

A Figura 15 apresenta o algoritmo base para o artefato. Ele foi pensado considerando entradas manuais no nível do usuário e valores fixos fora do seu acesso. A modelagem dos ambientes deve ser feita no *Rhino*, na escala de 1 metro por unidade, a partir de linhas, portas e janelas acrescentados a partir de pontos. O entorno, os brises e o sombreamento são inseridos como superfícies.

As características térmicas e norte devem ser alteráveis e inseridos a partir de valores, a cidade deve ser selecionada a partir dos arquivos de simulação tipo “epw”. Também são considerados os valores de referência da NBR 15575:2021 de cargas internas para simulação energética para serem aplicados no modelo energético. Foram consideradas as cargas internas de ocupação, considerando o padrão de ocupação, sua taxa metabólica e fração radiante; iluminação, com seu padrão de uso para APPs, sua densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível; e equipamentos, com seu período de uso, potência e fração radiante.

Tendo feito o modelo, é realizada a simulação do ano todo e são retornados ao usuário a temperatura operativa dos ambientes de forma visual e textual, ou seja gráficos, tabelas, plantas e volumes.

Figura 15 – Algoritmo inicial do artefato



Fonte: o próprio autor.

Com base neste processo, decidiu-se dividir o artefato em duas versões com o desenvolvimento da pesquisa: a **versão simplificada**, onde o usuário pode testar um volume único, sem divisões internas, alterando os valores das variáveis térmicas e observando o impacto no conforto onde o ambiente foi considerado como APP mista; e a **versão completa** do artefato que deve seguir o algoritmo com APPs específicas, permitindo a simulação com diversos ambientes, sistemas construtivos e cargas específicas de cada ambiente.

A **modelagem** teve como objetivo criar o modelo tridimensional que permita a simulação térmica. Para tal, os dados de entrada são feitos em *Rhino3D* (Robert McNeel & Associates, 2023), importados para *Grasshopper3D* (Davidson, 2022) com ferramentas do próprio software. Então o código transforma o modelo bidimensional em tridimensional e utiliza o *Honeybee* (Ladybug Tools, 2022) para transformar esses objetos em objetos energéticos e finalmente no modelo energético.

Esse modelo então é traduzido para o *EnergyPlus* (DOE et al., 2022) utilizando o *OpenStudio* (NREL et al., 2022).

A modelagem foi planejada para ser simples e executada de forma rápida, assemelhando-se a ferramentas CAD e BIM e utilizando linhas e pontos sempre que possível. Portanto foram dadas preferência ao desenho 2D, com polígonos e pontos. Para o entorno e brises, optou-se por modelar superfícies e volumes para adaptar-se as demandas dos *softwares*.

As **zonas** térmicas devem ser ambientes ou regiões fechadas a partir de polígonos, por isso o desenho de cada ambiente ou zona térmica depende de um polígono fechado. Esses polígonos são extrudados automaticamente e de forma a criarem esses volumes fechados.

Do ponto de vista do usuário, as **portas** e **janelas** são definidas a partir de um ponto e aplicadas as suas dimensões. Com este ponto é definido o local das geometrias das portas ou janelas, permitindo posicionar as superfícies verticais e intersectar as paredes. As portas e janelas abrem e fecham de acordo com a temperatura operativa de cada ambiente.

O **Entorno** e o **sombreamento** são modelados a partir de superfícies e volumes. Foi necessário classificá-los em **brises**, geometrias que tocam a edificação, como os beirais; e **entorno**, que não tocam as edificações, como edificações, vegetação, paisagismo, muros, devido o funcionamento do *plug-in*.

Observa-se que foram selecionadas as **idades** de Londrina e Maringá por possuírem arquivos climáticos para a simulação e serem as cidades que abrangem a pesquisa.

As características térmicas dos **materiais** são aplicadas a partir de valores numéricos. A biblioteca *LadybugTools* possui ferramentas para criar materiais na mesma lógica do *EnergyPlus*, ou seja, criando materiais e especificando suas características termofísicas.

Foram utilizados os valores de **cargas térmicas** e características para os ambientes de acordo com a sua função a partir dos valores da NBR 15575-1:2021 para o procedimento de simulação computacional. Além disso, incluiu-se a ocupação, iluminação, potência da iluminação e equipamentos. O **Norte** é marcado pelo eixo Y do *Rhino3D* e criou-se uma indicação visual do Norte dentro do código.

Com o modelo geométrico produzido, as ferramentas do *Grasshopper* realizam-se as transformações geométricas, inserindo no *Honeybee* e as

transformando em um modelo energético utilizando o *OpenStudio*. Essa conversão gera um arquivo que pode ser aplicado no *EnergyPlus* e realiza a simulação.

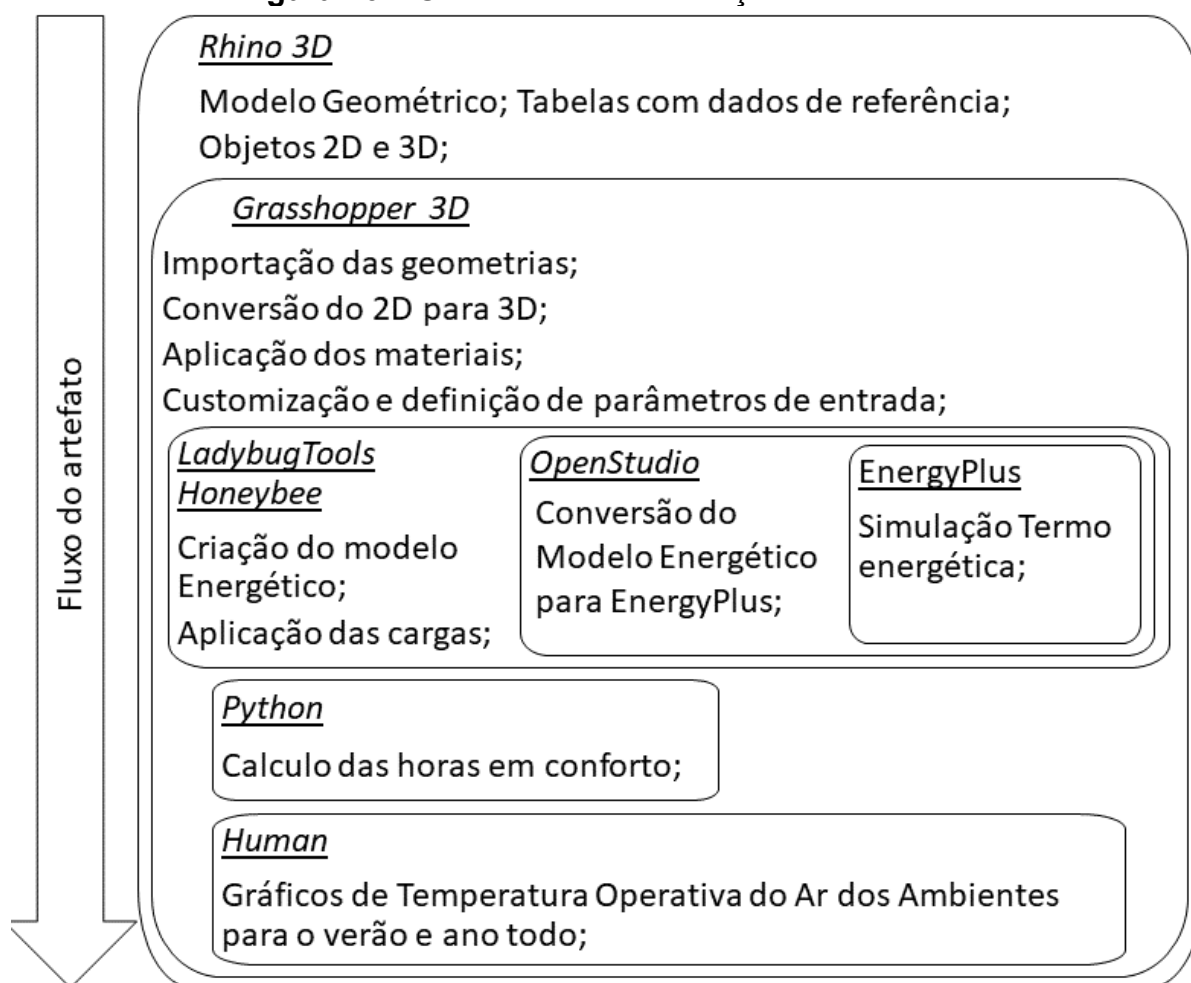
A **simulação** é executada com o *EnergyPlus* configurado para simular o modelo energético na cidade escolhida para cada hora do ano. Dessa simulação é utilizada a temperatura operativa do ar (°C) de cada ambiente para calcular as horas em conforto para cada APP (quartos, estar ou uso misto) como a NBR 15575-1:2021 determina. Este ponto se diferencia do trabalho de Souza (2020) onde a temperatura operativa foi apresentada apenas pelo valor médio. As temperaturas máximas e mínimas dos ambientes não foram consideradas.

Após calcular as horas em conforto e desconforto para cada ambiente é calculada a porcentagem desses valores para cada APP para facilitar a leitura e realizar a diretriz. Com esses valores em porcentagem são gerados os gráficos de coluna para cada APP.

A **representação 2D** é utilizada para representar a temperatura operativa média do ambiente a partir de uma ferramenta da própria biblioteca do *Honeybee*. Essa pode ser vista em 3D onde as cores estão no piso dos ambientes (zonas). Optou-se por não apresentar as tabelas de valores por causa do grande volume de dados, sendo mais de 8 mil valores para cada ambiente e não foi utilizada nenhuma representação com o volume colorido por limitação da biblioteca.

4.4 CÓDIGOS DOS ARTEFATOS

A Figura 16 apresenta quais são os programas utilizados e suas ações específicas no artefato.

Figura 16 – Uso dos softwares e ações realizadas

Fonte: o próprio autor.

Conforme citado acima, decidiu-se dividir o artefato em duas versões, pois os participantes não têm compreensão sobre as ferramentas de simulação e as variáveis térmicas. A **versão simplificada** objetiva realizar a atividade de simulação de forma rápida, utilizando menos variáveis e visando beneficiar a testagem e aprendizado. A **versão completa** utiliza dados mais específicos e demandam mais passos para modelagem. O Quadro 20 apresenta as diferentes características entre os artefatos.

Quadro 20 – Diferença entre os artefatos

Artefato	Simplificado	Completo
Ambientes	Ambiente misto	Ambientes variados: Quarto, Sala, APT e Banheiro
Carga térmica	Características da NBR 15575:2021 para uso misto	Características da NBR 15575:2021 para quartos e sala de estar
Desenho	Polígonos em forma livre	Polígonos ortogonais

Janelas e portas	Janelas inseridas a partir do PAF para cada orientação	Janelas e Portas inseridos por pontos
Sistema de parede	Sistema de parede externa único editável	Lista de sistemas construtivos de parede
Norte	Norte fixo	Norte editável por números

Fonte: o próprio autor.

4.4.1 Dados de entrada

Após realizada esta etapa é necessário inserir os dados textuais e numéricos das variáveis selecionadas e o entorno com as superfícies, sendo esta mais uma opção. Essas variáveis estão listadas na Quadro 21 junto com a sua justificativa e meio para inseri-las:

Quadro 21 – Variáveis de entrada

Entrada	Justificativa	Inserção
Norte	Informar ângulo do norte para a simulação.	Numérico
Cidade	Necessário determinar a cidade de interesse do usuário do artefato. Possibilidades: Londrina e Maringá pois possuem arquivos “. E P W disponíveis.	Caixa com seleção por texto
Pé-Direito	Inserir a altura de pé direito dos ambientes.	Numérico
Quarto / Sala De Estar (APPs)	As áreas de permanência prolongada (APP) (quarto e sala de estar) têm características, cargas e agendas específicas segundo a NBR 15575:2021 (ABNT). As consideradas são: ocupação, metabolismo, cargas internas de equipamentos e iluminação.	Polilinha fechada (simplificado) ou retângulo(completo)
APT	Segundo a NBR 15575:2021 (ABNT), esses ambientes devem ter as janelas fechadas durante o ano todo sendo considerada a sua infiltração para a ventilação.	Polilinha fechada ou retângulo.
BWC	Segundo a NBR 15575:2021 (ABNT), as portas devem ser fechadas e as janelas abertas durante o ano todo para a simulação.	Polilinha fechada ou retângulo.
PAF	A porcentagem de abertura por fachada (PAF) é uma ferramenta fácil para inserir as aberturas. Para tal, é necessário determinar um PAF para cada fachada.	Numérico
Janelas	Possibilidade de inserir janelas com dimensões específicas.	Pontos
Porta	Possibilidade de inserir portas com dimensões específicas. Portas internas tem a possibilidade de abrirem enquanto as externas não.	Pontos
Sistema Construtivo	Está sendo utilizada a biblioteca de sistemas construtivos brasileiros produzida por Weber et al. (2017) que contemplam paredes de alvenaria executada com blocos de concreto em diferentes dimensões e composições.	Texto
Fator Solar	Essa característica impacta no desempenho térmico da janela.	Numérico

Espessura (e)	Essa característica impacta no desempenho térmico da parede.	Numérico
Densidade	Essa característica impacta no desempenho térmico da parede.	Numérico
Capacidade Térmica (Ct)	Essa característica impacta no desempenho térmico da parede.	Numérico
Transmitância Térmica (U)	Essa característica impacta no desempenho térmico da parede e janela.	Numérico
Absortância Térmica	Determina qual a absortância da parede. Está relacionado com as cores e serão tomados como referência a tabela de Dornelles, Caram e Sichieri (2013) e Inmetro (2013). No caso do segundo artefato foi considerada a “Absortância Térmica Da Argamassa De Parede Externa” para permitir a possibilidade de testar o sistema construtivo sem a argamassa.	Numérico
Entorno	Essa variável tem impacto no desempenho térmico da edificação na forma de sombreamento. Essa superfície deve ser modelada distante da edificação.	Superfícies
Brisas	Essa variável tem impacto no desempenho térmico da edificação na forma de sombreamento das janelas. Essa geometria deve ser modelada em contato com a edificação.	Superfícies

Fonte: o próprio autor.

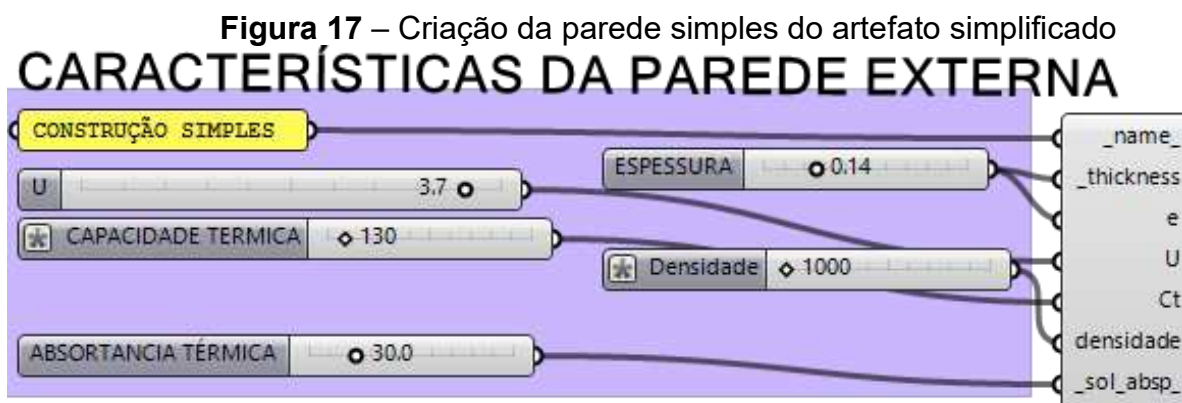
Com essas entradas é possível seguir parte do algoritmo da Figura 15. Para as entradas numéricas foram criados *sliders* (controles deslizantes) presentes no *Grashopper 3D* que limitam os possíveis valores de cada variável, como pode ser visto na Tabela 24.

Tabela 24 – Limites das variáveis numéricas para *Sliders*

Variável	Valores
Absortância térmica	0,100 até 0,900 (adimensional)
Capacidade térmica	Entre 100 kJ/m ² K e 750 kJ/m ² K variando em 25 kJ/m ² K cada valor.
Transmitância térmica	Entre 0,5 W/m ² K até 3,7 W/m ² K
Capacidade térmica	Varia de acordo com o sistema construtivo
Transmitância térmica	Varia de acordo com o sistema construtivo
Absortância térmica da argamassa externa	10,0% até 98,0% (adimensional)
PAF (Todas as orientações)	0% até 90% (0 até 0,9) (adimensional)
Dimensão vertical das janelas	Entre 0,5 m até 2,0 m
Dimensão horizontal das janelas	Entre 0,5 m até 2,0 m
Fator solar	0,10 até 0,90
Espessura de parede	0,05 m até 0,40 m
Densidade	De 1000 kg/m ³ até 2000 kg/m ³

Fonte: o próprio autor.

Para a aplicação dos materiais, no artefato simplificado foi definido que o usuário pudesse informar a absorvância térmica (α), capacidade térmica (C_t) e a transmitância térmica (U) individualmente para testar diferentes propostas e descobrir como elas impactam. Para tal, foi desenvolvido um comando em *Python* para transformar a capacidade e transmitância térmica em informações suficientes para a simulação. Para tal foi necessário acrescentar as variáveis de espessura da parede (e) e densidade (ρ), isso verifica-se na Figura 17, além de permitir o participante perceber que as variáveis térmicas estão relacionadas a espessura e densidade.



Para o artefato completo foi definido que fossem oferecidos sistemas construtivos similares em forma de uma lista utilizando o componente “Value List” do *Grasshopper*. Isso permitiu que o usuário teste e compare o resultado de sistemas construtivos presentes no país.

A ferramenta *Data Dam* foi acrescentada para controlar quando a simulação deve ser executada a fim de permitir realizar as alterações de características térmicas antes de executar a próxima simulação. Isso foi necessário porque o *Grasshopper 3D* automaticamente executa o código após qualquer alteração independente da intenção do usuário, podendo desencorajar o uso da ferramenta.

4.4.2 Automação e Resultados

Essa seção apresenta a parte automatizada do código, onde o usuário não fará alterações ou necessita entrar em contato. São apresentadas partes

relevantes do código que justificam algumas limitações e decisões dos artefatos.

A **criação de volumes** é feita a partir de polígonos bidimensionais e são realizadas três ações: transforma o polígono fechado em uma superfície que se torna a face do chão. Copia-se essa superfície e a move para cima na altura do pé direito e a definindo como teto. Extrudando as arestas dos polígonos, cria-se as faces das paredes. Depois disto são criadas as zonas térmicas se todas essas faces se conectam pelas arestas e formam um volume fechado. Por isso existe a obrigatoriedade de utilizar o polígono fechado, para garantir a criação da zona térmica.

No caso do artefato simplificado essa ação acontece uma vez. No artefato completo as zonas são interseccionadas utilizando ferramentas da própria biblioteca, criando as paredes internas e externas.

A **inserção dos materiais** é específica para os materiais serem aplicados por meio de grupos construtivos. Cada grupo construtivo é um conjunto de sistemas construtivos que estão sendo usados no modelo térmico de forma geral e em cada sistema construtivo. Nesse grupo, os materiais de parede externa e vidros de janelas são editáveis, como foi apresentado, os demais são fixos e tem origem da própria biblioteca do *Honeybee*. Os pisos possuem a construção "*Adiabatic ExteriorFloor*" e o telhado (superfícies de cobertura), "*Adiabatic Roof*" para que o impacto dessas superfícies seja reduzido durante as simulações. As portas receberam o material "*Generic Interior Door*" que representa uma porta de madeira simples.

As **portas e janelas** são inseridas por pontos sobre as linhas dos polígonos que geram os ambientes. As portas são classificadas em dois tipos, as internas, que abrem e fecham, e as portas 'externas e banheiro', que devem mantem-se fechadas durante toda a simulação, pois a NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) determina que as portas externas e de banheiro se mantenham fechadas durante toda a simulação, enquanto as portas internas devem estar abertas durante toda a simulação. Entretanto devido ao modo como a biblioteca *LadybugTools* e *Honeybee* funcionam, as portas seguem o controle de aberturas igual ao de janelas. Portanto, as portas internas devem ser inseridas entre os ambientes internos desconsiderando banheiros e a porta 'externas e banheiro' devem ser aplicadas em qualquer parede externa e entre os ambientes internos e o banheiro.

As janelas são classificadas em dois tipos, comuns e de banheiro, pois esta deve estar aberta durante toda a simulação por determinação da NBR 15575:2021 (NBR 15575-1 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1:

Requisitos gerais, 2021). Segundo essa norma, as janelas comuns são de correr e operam de acordo com a temperatura operativa do ar da APP e do ambiente externo; e as janelas em APTs devem ficar fechadas durante toda a simulação.

Sendo assim, a ventilação natural é controlada pelo controle das aberturas (portas e janelas), que é controlado a partir da temperatura operativa do ar de cada APP. A simulação é realizada para o ano todo considerando a ventilação natural e a temperatura de abertura das janelas em 19°C, seguindo a NBR 15575-1:2021 (ABNT, 2021) e o delta da temperatura foi determinado pelo autor em -100°C para garantir a ventilação natural acima dos 19°C. Além disso, essas aberturas só se tornam operantes quando os ambientes estão ocupados.

As aberturas (janelas, portas internas e externas) possuem sua infiltração específica, seguindo a Tabela 18 da NBR 15575:2021. Entretanto não possuem esquadria por limitação da biblioteca *LadybugTools*. A Tabela 25 apresenta as características de janelas por ambientes que permite a ventilação natural.

Tabela 25 – Parâmetros de Janela

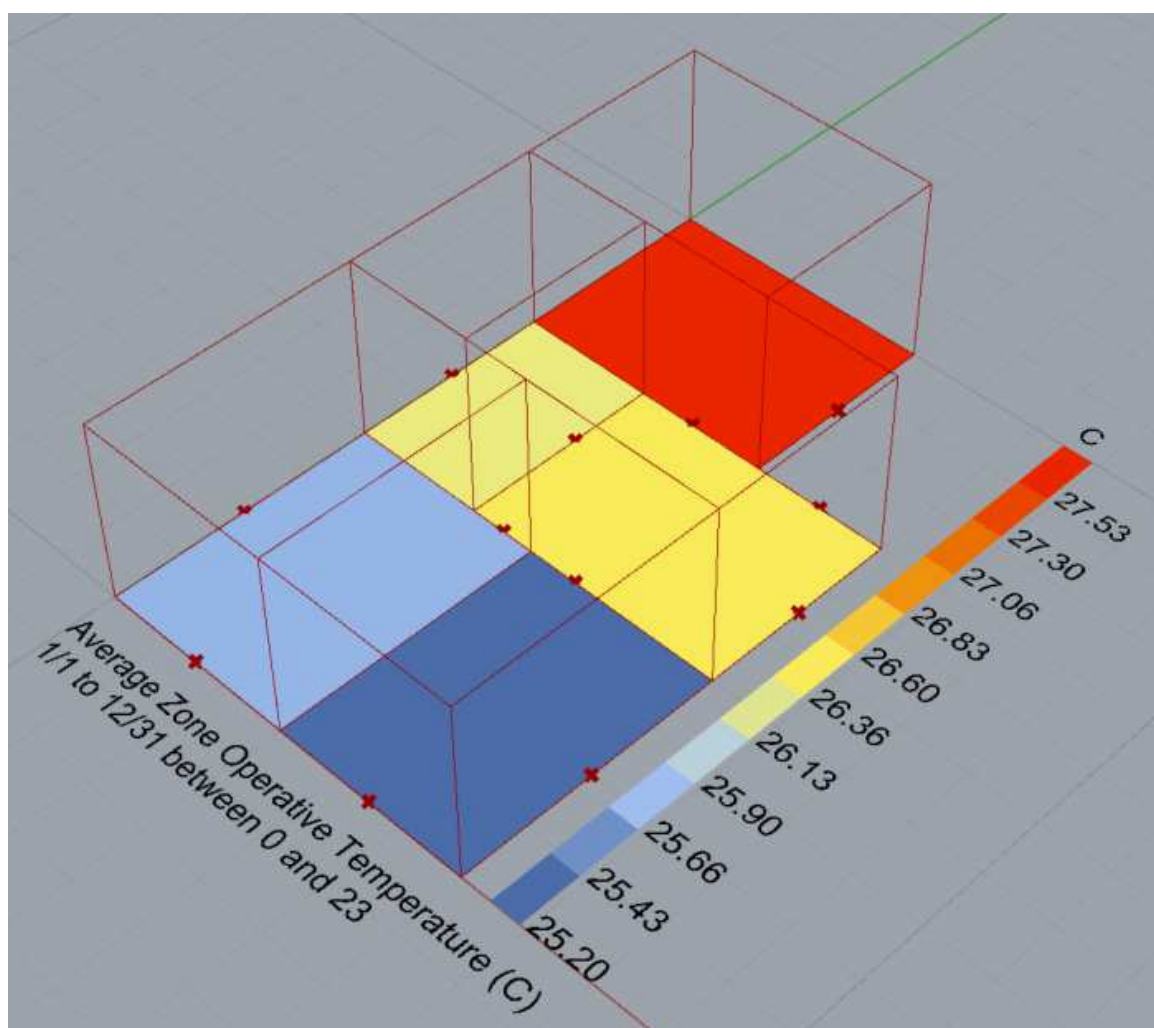
Parâmetro	Ambiente		
	APP	Banheiro	APT
Área Operável	50%	30%	50%
Altura Operável	45%	100%	80%
Coefficiente De Descarga	60%	60%	60%

Fonte: o próprio autor.

As **cargas internas** foram aplicadas segundo as tabelas 13 até 17 da NBR 15575-1:2021, a carga térmica de iluminação, equipamentos e ocupação. Cada tipo de ambiente tem sua agenda exclusiva e são aplicadas apenas nas APPs (sala, quarto e uso misto). No artefato simplificado é considerado o ambiente misto, visto que simula só um ambiente. No artefato completo são considerados apenas as cargas de sala e quartos, considerando as especificidades.

Para a **representação** dos dados obtidos são utilizadas as representações bidimensional ou tridimensional e por gráficos. A representação em planta, que já está presente na biblioteca *LadybugTools*, chamada *ColorRooms*, insere uma cor sólida em cada ambiente (zona térmica) a partir de sua temperatura operativa do ar média, que pode ser vista na Figura 18. Essa representação pode ser obtida tanto em planta quanto em três dimensões.

Figura 18 – Perspectiva: média da temperatura operativa por ambiente do artefato completo



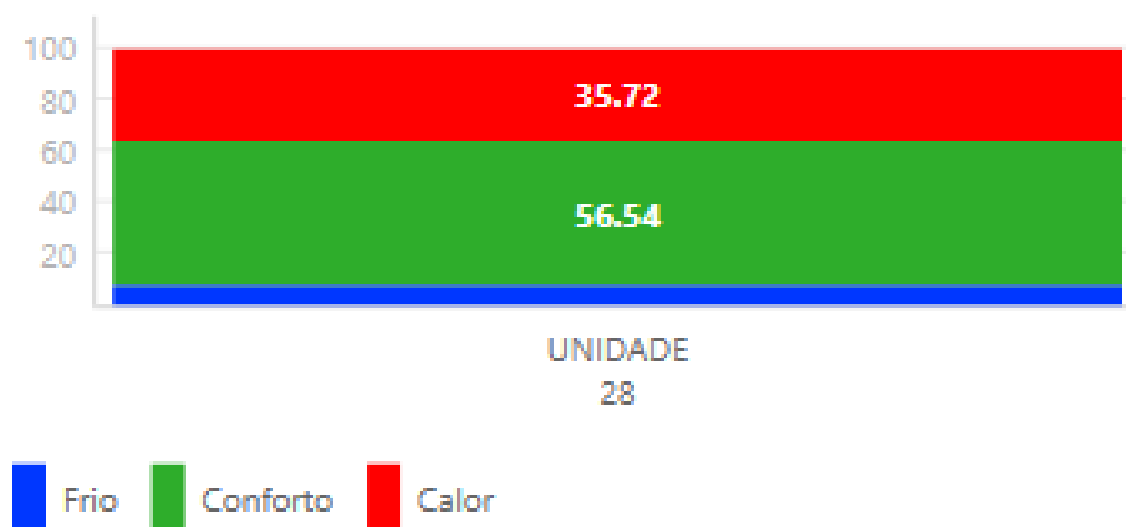
Fonte: o próprio autor.

O artefato realiza uma análise quantitativa do conforto utilizando a temperatura operativa do ar de cada ambiente e apresenta esse resultado em gráficos de coluna coloridos. A partir do resultado da simulação, utiliza-se um comando escrito em linguagem *Python* para classificar a temperatura operativa de cada hora do ano em horas em conforto (entre 18°C e 26°C), horas em desconforto por frio (menor que 18°C) e desconforto por calor (maior que 26°C), para cada APP. Na sequência, calcula-se as porcentagens de cada classe para gerar os gráficos de coluna similares ao gráfico da Figura 19. No gráfico as horas em conforto são apresentadas em verde, as horas em desconforto por calor, em vermelho e as horas em desconforto por frio, em azul.

Figura 19 – Gráficos gerados pelo código (exemplo)

Horas em Conforto- Anual(Ocupadas)

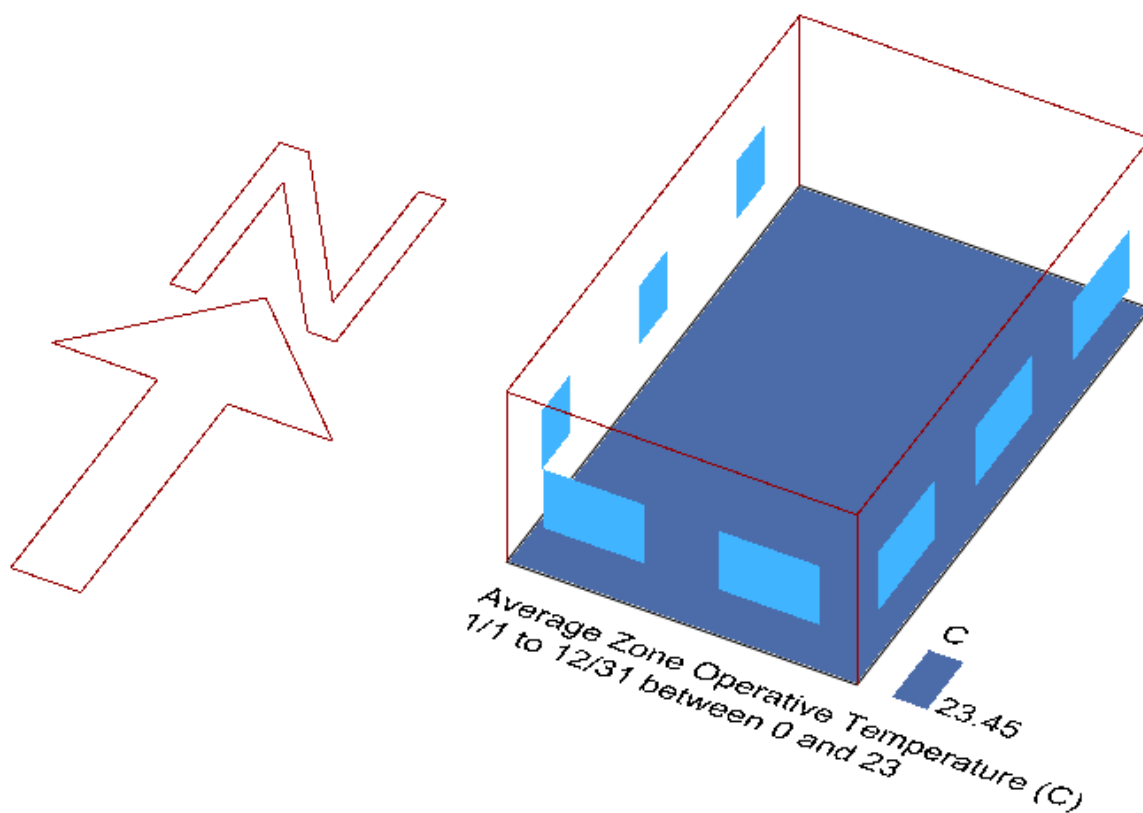
Horas (%)



Fonte: o próprio autor.

Para realizar a análise das horas em conforto, segundo a determinação da NBR 15575:2021 (ABNT, 2021), é necessário considerar apenas a temperatura operativa das horas ocupadas em cada APP. Além disso, foi criada a diretriz de analisar o conforto durante o verão, por isso foram criados quatro análises e quatro gráficos: conforto de todas as horas do ano (anual), conforto das horas ocupadas, conforto durante o verão e conforto durante as horas ocupadas do verão.

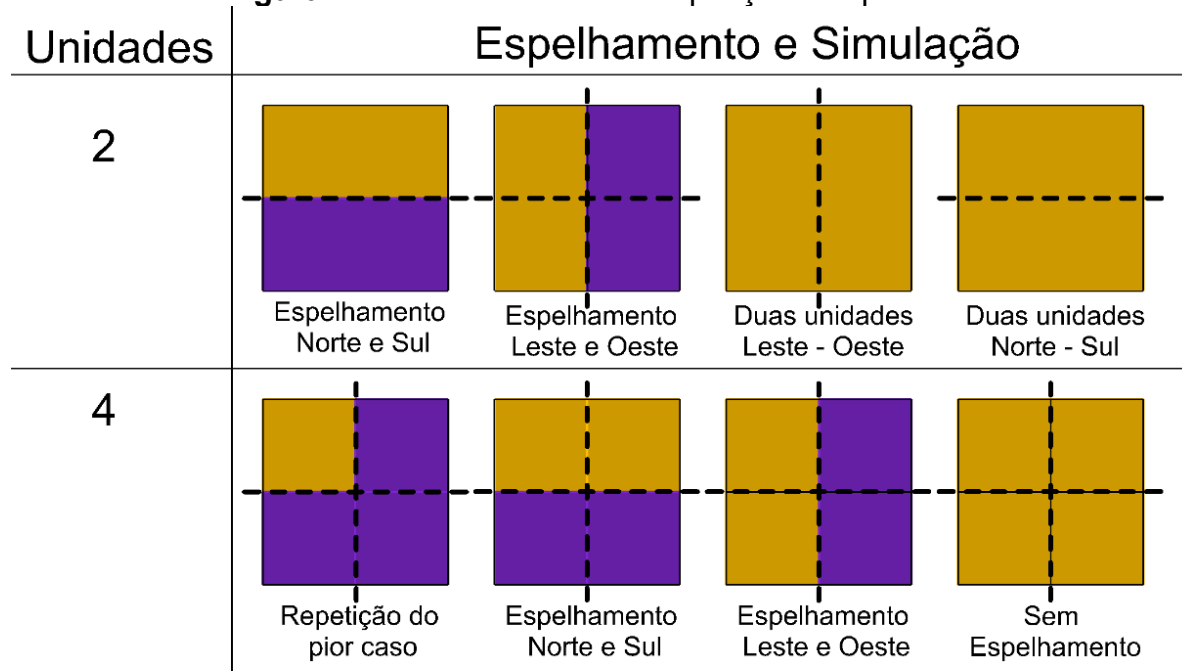
Figura 20 – Perspectiva: isométrica de um estudo do artefato simplificado






Fonte: o próprio autor.


Outro fator relevante é a aplicação do **espelhamento** ao artefato por causa da fala dos participantes 2 e 4 referente ao uso da estratégia de espelhamento de unidades como regra para os projetos de edifício. Foi considerado a possibilidade de modelagem da unidade tipo, no pior caso, com volumes similares como barreiras, contexto. Essa simplificação permite a redução do tempo necessário para a simulação, entretanto isso permite que estratégias inadequadas sejam aplicadas por causa da orientação diferente. Para tal, é necessário modelar a unidade como esperado e utilizar as ferramentas de sombreamento. A Figura 21 apresenta algumas possibilidades de simulação do artefato utilizando a simetria e as unidades simuladas ou como contexto.

Figura 21 – Possibilidades de repetição e espelhamento



Legenda:

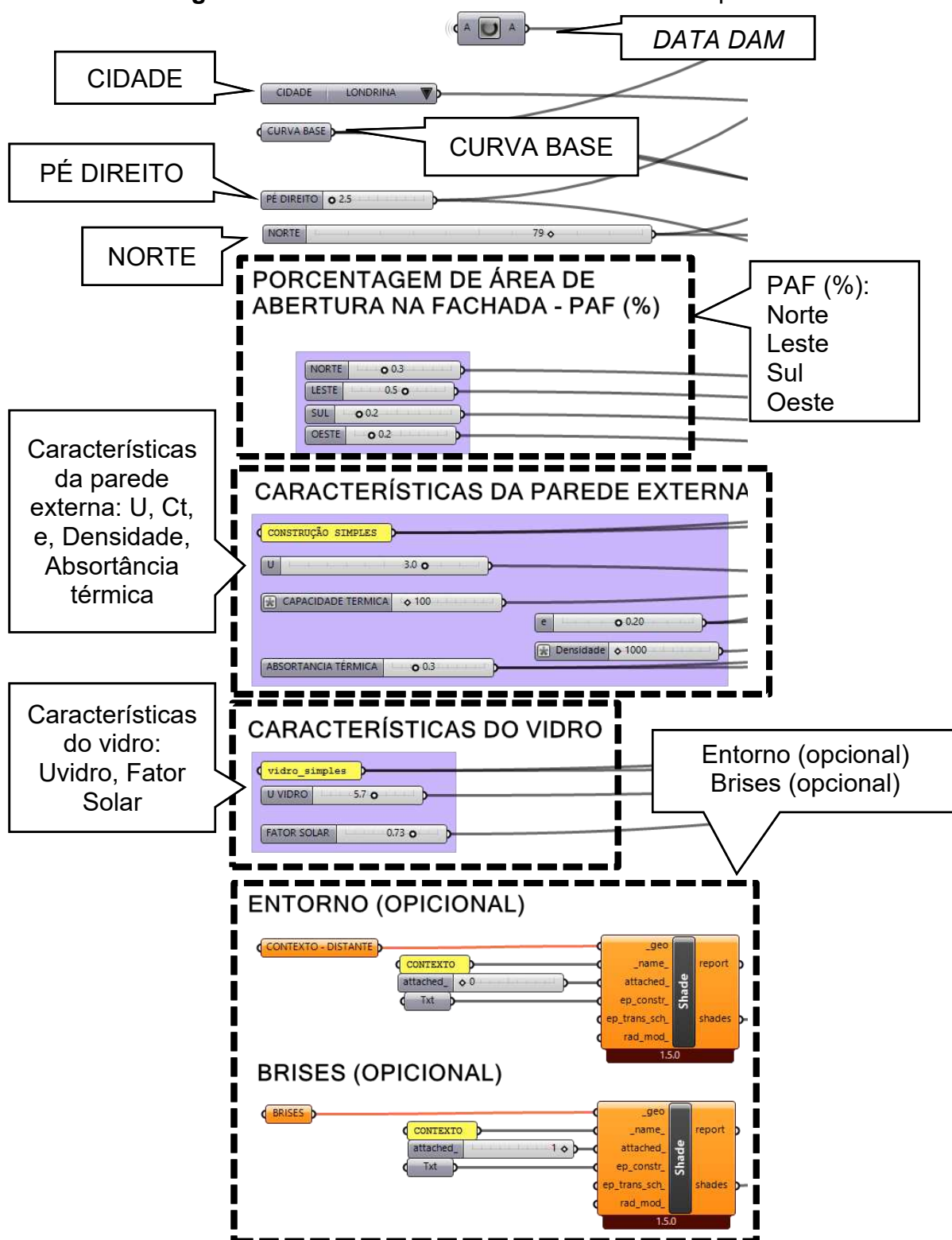
-  Unidade Simulada
-  Unidade Contexto
-  Linha de Simetria



Fonte: o próprio autor.

A Figura 22 apresenta os *inputs* do artefato simplificado em setores: modelagem, aplicação das cargas, aplicação das agendas, simulação e representação. Ao fim da simulação os resultados são similares aos apresentados pelas Figura 19 e Figura 20.

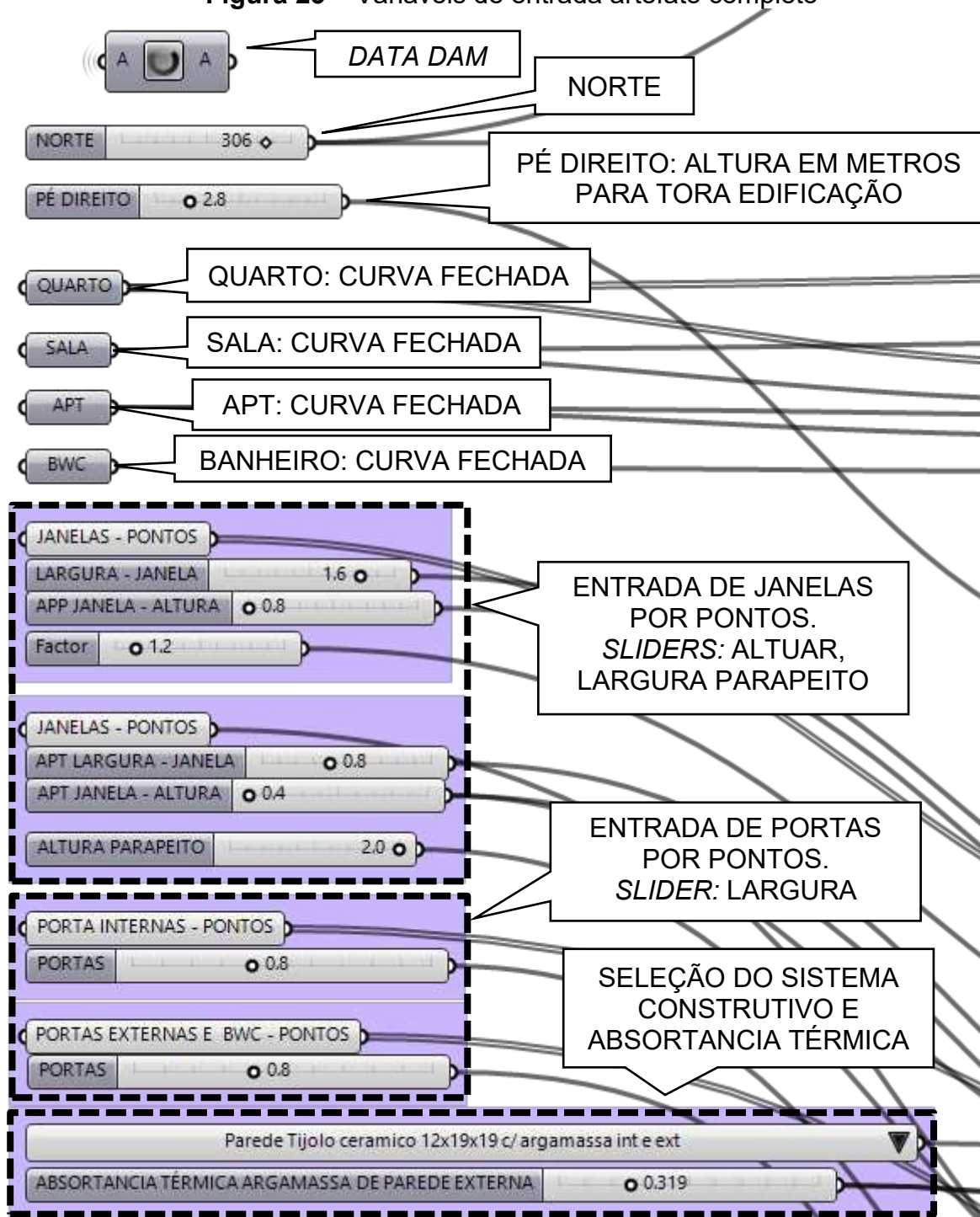
Figura 22 – Variáveis de entrada do artefato simplificado



Fonte: o próprio autor.

A Figura 23 apresenta os **inputs** do artefato completo em setores: modelagem, aplicação das cargas, aplicação das agendas, simulação e representação.

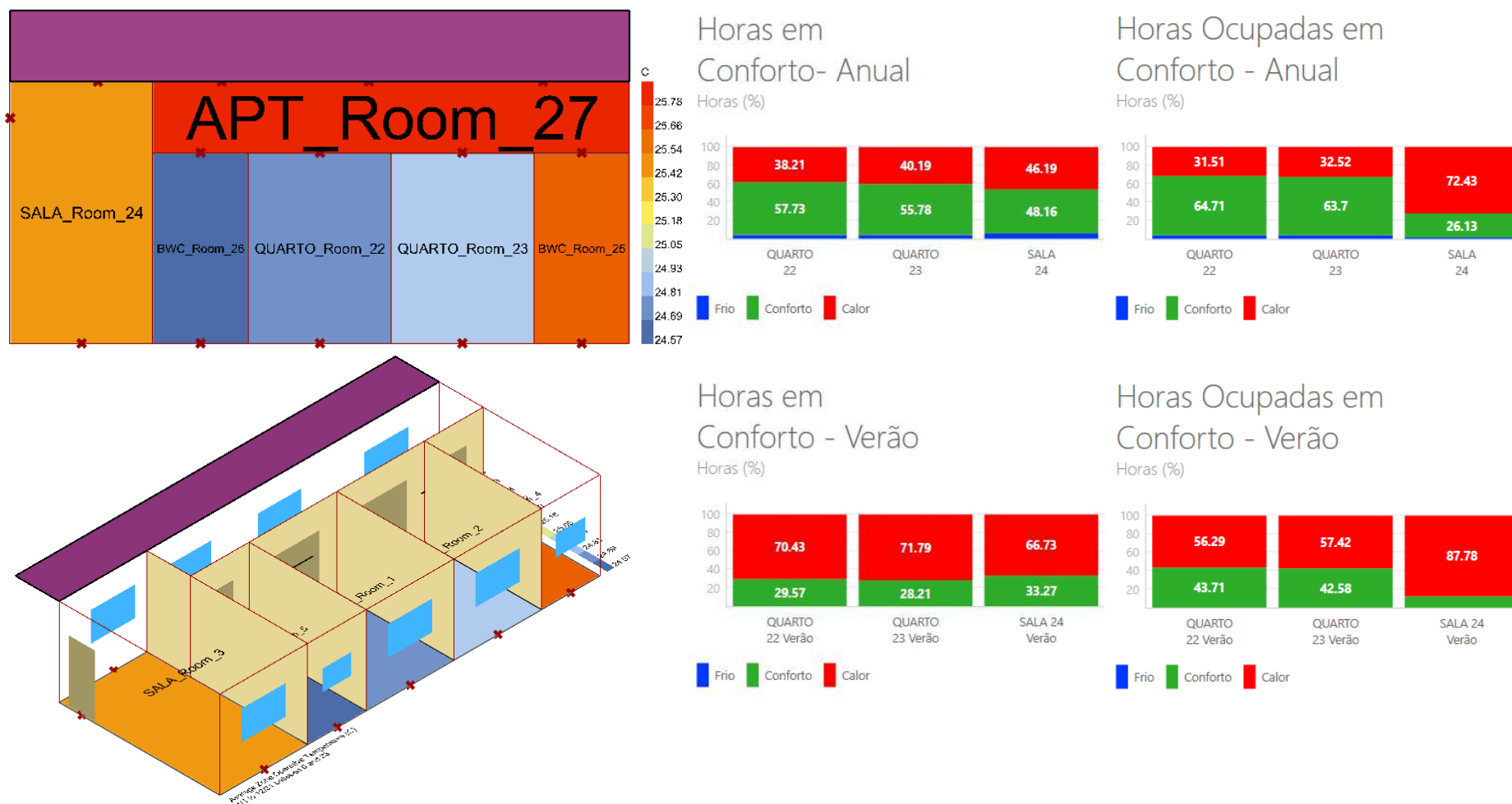
Figura 23 – Variáveis de entrada artefato completo



Fonte: o próprio autor.

A Figura 24 apresenta a colagem dos resultados de uma simulação do artefato completo. É apresentado ao usuário a representação com os ambientes nomeados e coloridos e seus respectivos gráficos de horas em conforto similares ao artefato anterior para cada APP.

Figura 24 – Resultados de uma simulação completa



Fonte: o próprio autor.

4.5 INSTANCIÇÃO E RESULTADOS COMPARADOS

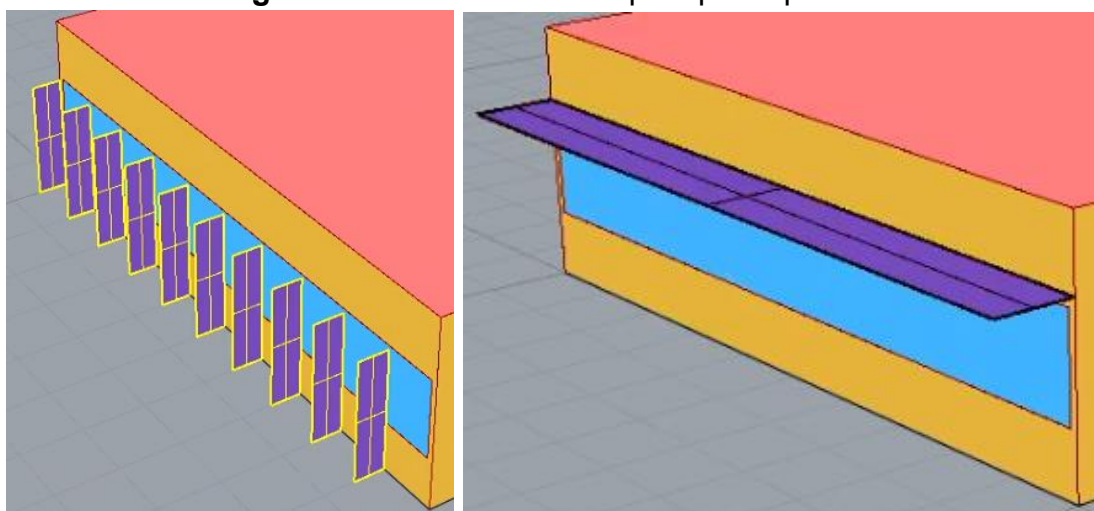
A instanciação do artefato foi realizada durante o mês de novembro de 2022 de forma individual e presencialmente com cada participante com duração de uma hora. O Apêndice M apresenta as respostas das entrevistas dessa fase.

A modelagem das unidades também pode ser simplificada durante as atividades por causa da estratégia da unidade tipo no 'pior caso', a unidade posicionada na pior condição possível, reduzindo e desconsiderando as edificações, a vegetação do entorno, e, conseqüente, o sombreamento. Todos os participantes utilizaram as duas versões do artefato, iniciando pelo simplificado.

4.5.1 Participante 1

O uso do **artefato simplificado** foi realizado com um volume único. Durante o seu uso foi requisitado valores de um sistema de parede específico (parede de com bloco cerâmico de 9x19x19 cm com camadas de argamassa interna e externa com 2,5 cm) para testar, indo contra a intenção deste artefato. O participante considerou isso necessário para balizar os resultados a partir de um sistema que utiliza. Durante a atividade foram alteradas as características térmicas dos materiais, os sistemas construtivos, a absorvância térmica, o fator solar dos vidros, testado o impacto de brises verticais e horizontais. A Figura 25 apresenta dois sistemas de brises que este participante testou durante a atividade.

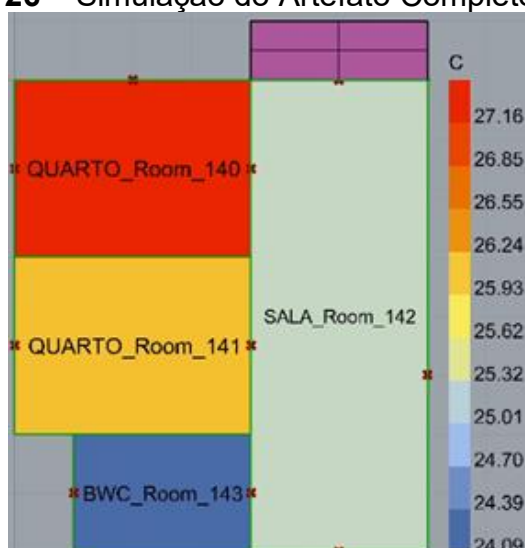
Figura 25 – Brises testados pelo participante 1



Fonte: o próprio autor.

A Figura 26 apresenta a unidade habitacional em planta utilizada durante os testes do **artefato completo**. Essa unidade possui quatro ambientes, dois quartos, um banheiro e uma sala de estar. Foi adicionado um brise na sala de estar, representado por uma superfície roxa, na face norte, protegendo a sua janela.

Figura 26 – Simulação do Artefato Completo do Participante 1:



Horas em
Conforto- Anual

Horas (%)



Horas Ocupadas em
Conforto - Anual

Horas (%)



Horas em
Conforto - Verão

Horas (%)



Horas Ocupadas em
Conforto - Verão

Horas (%)



Fonte: o próprio autor.

Os resultados apresentaram que a sala de estar tem grande desconforto durante as horas ocupadas. Isso deixou o participante 1 interessado em encontrar melhores soluções para este ambiente aplicando diferentes estratégias com o artefato, alterando a absorvância térmica, materiais de parede e fator solar do vidro, principalmente. Entretanto esse desconforto ainda se manteve predominante na análise das horas ocupadas e contradizendo os resultados da análise de todas as horas do ano (na qual obteve o maior desempenho).

Essa desconexão entre as análises gerou algumas dúvidas quanto a análise do desempenho segundo a normativa. Ao fim, o participante informou que considera a análise das horas ocupadas não representam a ocupação de sua habitação ou da ocupação que considera em seus projetos e justificando que daria mais preferência a análise de todas as horas. Portanto, a análise das horas ocupadas teria um papel secundário no seu processo de projeto.

A contradição entre a análise das horas ocupadas e a análise de todas as horas pode ser vista também nos quartos. O 'Quarto 140' foi o ambiente com a maior temperatura média e menos horas em conforto na análise de todas as horas, como a visto na Figura 26, porém é o ambiente com mais horas em conforto na análise das horas ocupadas. O mesmo aconteceu para as análises no período do verão.

Na entrevista o participante 1 informou que gostaria que a modelagem da edificação, no software 3D fosse integrada com a modelagem térmica para otimizar o seu trabalho. A representação 2D da temperatura anual média não foi interessante, pois foi de encontro com os dados obtidos pela métrica de conforto nas horas ocupadas.

No Quadro 22 informa-se as respostas do participante 1 comparada as suas respostas da primeira entrevista ao observar como o artefato o impactou, além das estratégias que utiliza e das estratégias que mudaram de fase foram: a ventilação, verticalização e vegetação. A ventilação foi movida para uma fase anterior enquanto as outras foram movidas para um passo posterior.

A vegetação anteriormente era considerada no pré-projeto e foi posicionada no anteprojeto. Indicando que essa estratégia não tem impacto decisivo ou relevante no seu processo deste participante. A verticalização se moveu da concepção para o pré-projeto. Como informado durante a entrevista anterior, a posição do edifício depende da legislação local e os objetivos dos clientes.

Sobre as estratégias de parede e janela. A estratégia de cor, materiais

e tamanho de janelas foram movidas para fases anteriores. Cor de paredes saiu do anteprojeto para concepção, materiais de parede e tamanho de janelas saíram do anteprojeto para pré-projeto.

Quadro 22 – Alteração das respostas do participante 1

12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno		2		
Geometria		1/2		
Movimento do Sol		1/2		
Orientação do edifício		1/2		
Paisagismo				1/2
Sombreamento			1/2	
Vegetação			1	2
Ventilação		2	1	
Verticalização		1	2	
Contato com o solo	1/2			
13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor		2		1
Materiais			2	1
Orientação Solar		1/2		
Posição das janelas			1/2	
Sombreamento (Brisas)			1/2	
Tamanho das janelas			2	1
Verticalização			2	
14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			1/2	
Atraso térmico	1		2	
Capacidade térmica	1		2	
Transmitância térmica			2	1
Fator solar		1	2	

Legenda: 1-Primeira entrevista. 2- Segunda entrevista. **Fonte:** o próprio autor.

Sobre a compreensão das variáveis térmicas, as respostas deste participante se concentraram na fase de pré-projeto. Isso indica que sua compreensão melhorou com relação a entrevista anterior, pois havia respondido que não conhecia alguns termos e muitos deles estavam dispersos.

Destaca-se que a estratégia de materiais está na mesma fase da escolha das características térmicas. Entretanto a cor e absortância térmica se

localizam em fases diferentes. O fator solar de elementos transparentes foi apontado como uma das suas estratégias mais utilizadas. Anteriormente era uma decisão que acontecia na concepção, após a apresentação do artefato, essa decisão se moveu para o pré-projeto junto as decisões de janela e sombreamento.

4.5.2 Participante 2

A atividade com este participante aconteceu de forma similar ao anterior, sendo apresentado o artefato simplificado e depois o completo, a habitação teste foi com o mesmo número e tipo de ambientes do participante 1 durante o artefato completo, uma habitação com dois quartos, um banheiro comum e uma sala de estar. Os resultados da simulação do artefato completo foram similares, a sala de estar teve o pior desempenho e os quartos tiveram um melhor desempenho durante as horas ocupadas, e apresentando as mesmas contradições com a análise de todas as horas.

Durante a apresentação do artefato o participante 2 comentou que as cores dependem do cliente e da sazonalidade (moda) e por isso vem utilizando cores escuras, como preto e cinzas. Também sugeriu que o artefato analisasse dias específicos citando equinócios e solstícios como dias chave de projeto. Durante a atividade houve o interesse em rotacionar o modelo simplificado para testar como a orientação impactava. Foram alterados materiais de paredes, absortância solar, fator solar dos vidros e inseridos brises e beirais.

Ao fim da atividade foi informado ao Participante 2 que a simulação durante o dia do equinócio não é interessante pois consideram as estações de primavera e outono, consideradas amenas, e que é mais relevante observar os resultados para o verão.

No Quadro 23 apresenta-se a comparação das respostas deste participante entre a primeira e segunda entrevista. É notável que este considera muitas informações na concepção. Foram alteradas as fases das estratégias de paisagismo e sombreamento, que vieram para a fase de pré-projeto. Todavia, com o artefato, o participante 2 informou não considerar o contato com o solo e verticalização.

Este participante alterou as fases das estratégias de paredes e janelas. Antes elas estavam concentradas na concepção, principalmente. As decisões relacionadas as janelas, tamanho, sombreamento e posição se localizam no pré-

projeto.

Cores e materiais foram incorporados na concepção e a orientação solar no anteprojeto. Isso indica que as decisões de paredes têm prioridade e que as janelas podem ser consideradas após essa decisão, indo ao encontro do que informou anteriormente, que sugere alterar os materiais paredes de ambientes específicos.

Por fim, as respostas relacionadas as variáveis térmicas concentraram-se na fase de pré-projeto. Entretanto cores e materiais estão na fase de concepção, indicando que pretendia utilizar o artefato nesta fase.

Quadro 23 – Alteração das respostas do participante 2

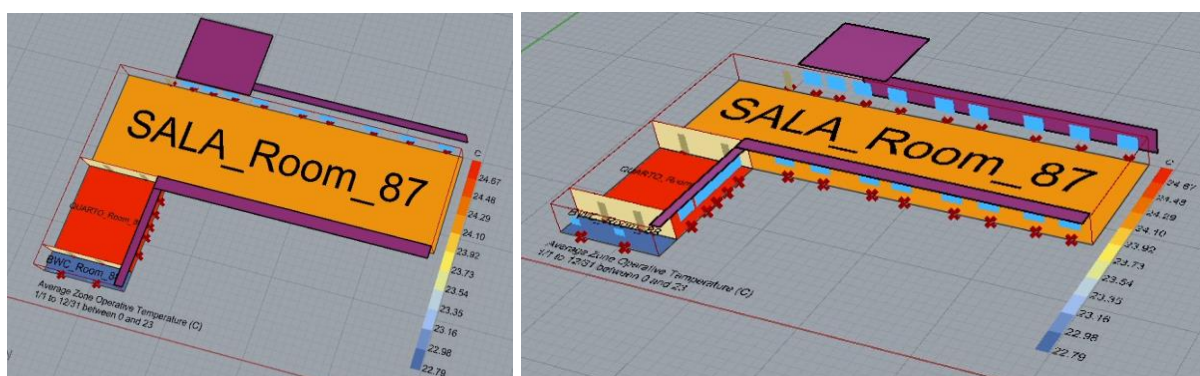
12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno		2		
Geometria		1/2		
Movimento do Sol		1/2		
Orientação		1/2		
Paisagismo			2	1
Sombreamento		1	2	
Vegetação		1/2		
Ventilação		1/2		
Verticalização	2	1		
Contato com o solo	2	1		
13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor		1/2		
Materiais		2		1
Orientação Solar		1		2
Posição das janelas		1	2	
Sombreamento (Brisas)		1	2	
Tamanho das janelas		1	2	
Verticalização	2			
14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica		1	2	
Atraso térmico		1	2	
Capacidade térmica			2	1
Transmitância térmica			2	1
Fator solar			2	1

Legenda: 1-Primeira entrevista.2- Segunda entrevista. **Fonte:** o próprio autor.

4.5.3 Participante 3

Este participante realizou toda a atividade com o pesquisador manuseando a ferramenta. Foram testados ambos os artefatos a partir de um projeto recente do participante, uma residência unifamiliar que profissional produziu em formato de 'L'. No artefato completo este foi modelado em zonas (Figura 27).

Figura 27 – Imagens do modelo usado pelo participante 3 durante os testes do artefato completo

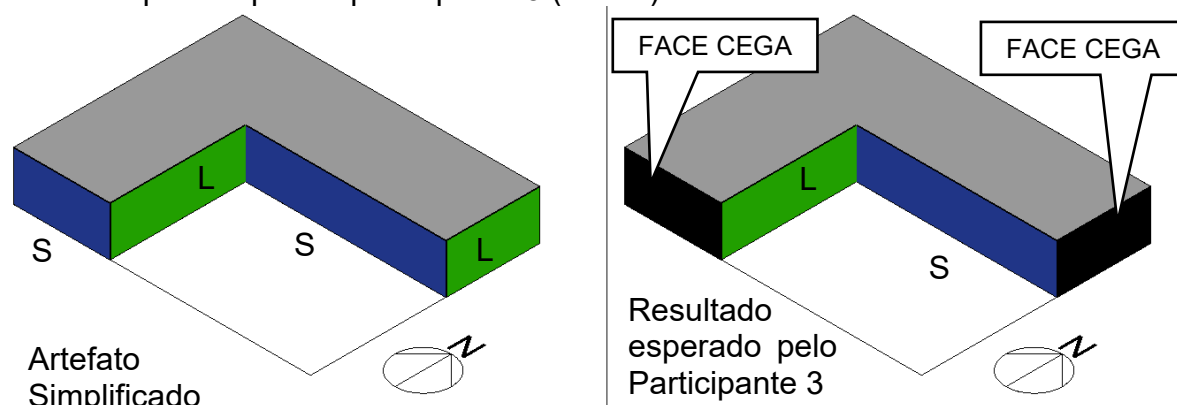


Fonte: o próprio autor.

Durante o teste do artefato simplificado foram realizadas alterações na absorvância térmica, capacidade térmica e transmitância térmica de paredes, inserção de brises, alteração do PAF do tamanho das faces por orientação. Porém a definição do PAF não foi adequada para este participante quando testou um volume em formato de 'L', pois foram criadas janelas em todas as faces indiscriminadamente para um mesmo sentido e não permitindo a possibilidade de faces cegas e com aberturas na mesma orientação, como a Figura 28 apresenta.

No decorrer da produção do modelo térmico da Figura 27 foi necessário adaptar as aberturas às necessidades do participante e projeto. Foram utilizadas janelas no lugar das portas de vidro, voltadas para o pátio criado no interior do 'L'; grandes panos de vidro com peitoril menor foram substituídos por janelas para se aproximar da mesma quantidade de área envidraçada. Não foi possível inserir jardins internos entre os quartos e modelar o efeito chaminé nos banheiros e o participante desejou não inserir a área de lavanderia.

Figura 28 – Isométricas apresentando as superfícies consideradas a partir do PAF aplicado para sul e leste (esquerda) e a aplicação de aberturas a partir do PAF esperado para o participante 3 (direita)



Fonte: o próprio autor.

No artefato completo, o participante 3 requisitou que fossem feitos os testes a partir de zonas. Com isso foi possível testar e apresentar o impacto dos sistemas de parede, da ventilação cruzada, orientação e posição dos ambientes utilizando a simulação. Com essa atividade o participante pode detectar quais estratégias que utilizou tiveram maior impacto. Entretanto houve a necessidade de inserir portas de vidro deslizantes, que não era esperado pelo código, então foram utilizadas mais janelas para substituir as portas.

Durante a entrevista, este participante informou que as definições das variáveis térmicas ainda são difíceis de lembrar. Mesmo tendo alguma experiência na área, a compreensão das variáveis térmicas é difícil. Por fim, o participante 3 informou que o artefato acrescentaria em seu trabalho, entretanto necessita de melhor compreensão das características térmicas ou necessitaria de assistência profissional capacitada, podendo treinar ou contratar um profissional para seu escritório.

Para o participante 3 a modelagem e apresentação dos resultados são claros, entretanto ele não tem experiências nos softwares utilizados, por isso respondeu que gostaria de treinamento ou um profissional capacitado em sua companhia para utilizar o artefato.

Observou-se que este alterou suas respostas quanto as variáveis térmicas entre a primeira e segunda entrevista, como pode ser visto no Quadro 24. Este quadro informa que o participante 3 posicionou todas as variáveis de projeto na fase de concepção após a apresentação e uso do artefato e acrescentou que gostaria

de utilizar os artefatos na fase de pré-projeto para verificar, validar, se as variáveis de geometria, orientação do edifício e ventilação estão adequadas.

Este participante apontou o uso do artefato como uma ferramenta de validação, indicando que o artefato tem potencial para tal. Como visto na problematização, este participante dá atenção a ventilação natural e utiliza jardins internos em seus projetos, entretanto a ventilação e a configuração e definição de janelas não é precisa o suficiente para as suas necessidades e o uso de jardins internos não é contemplado pelo artefato, indicando mais limitações ao artefato.

Quadro 24 – Alteração das respostas do participante 3

12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno		2		
Geometria		1/2	V	
Movimento do Sol		1/2		
Orientação do edifício		1/2	V	
Paisagismo		2	1	
Sombreamento		1/2		
Vegetação	1	2		
Ventilação		1/2	V	
Verticalização		1/2		
Contato com o solo		1/2		
13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor		2	1/V	
Materiais		2	1/V	
Orientação Solar		1/2		
Posição das janelas		1/2	1/V	
Sombreamento (Brisas)		1/2	1/V	
Tamanho das janelas		2	1/V	
Verticalização	2			
14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica		2	1	
Atraso térmico		2	1	
Capacidade térmica		2	1	
Transmitância térmica		2	1	
Fator solar		2	1	

Legenda: 1:Primeira entrevista. 2:Segunda entrevista. V:Utiliza para verificação (segunda entrevista).

Fonte: o próprio autor.

4.5.4 Participante 4

Este participante testou o artefato de forma similar aos participantes 1 e 2 e ao fim informou que gostaria de ter uma ferramenta similar adequada para suas ferramentas (*Revit*, *CAD* e *SkechUp*), pois utilizar o *Rhino3D* não é interessante considerando as ferramentas que já utiliza.

No Quadro 25 apresenta-se as respostas nas duas entrevistas. É percebido que trouxe a geometria, sombreamento e vegetação do entorno da fase de anteprojeto para a fase de pré-projeto. Da mesma forma, a ventilação e verticalização saíram da concepção e foram para a fase de pré-projeto.

Quadro 25 – Alteração das respostas do participante 4

12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno		2		
Geometria			2	1
Movimento do Sol		1/2		
Orientação		1/2		
Paisagismo			1	2
Sombreamento			2	1
Vegetação			2	1
Ventilação		1	2	
Verticalização		1	2	
Contato com o solo	2	1		
13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor			2	1
Materiais			2	1
Orientação Solar		1/2		
Posição das janelas		1/2		
Sombreamento (Brisas)			2	1
Tamanho das janelas		1	2	
Verticalização			2	
14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?				
	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				1/2
Atraso térmico	1/2			
Capacidade térmica				1/2
Transmitância térmica				1/2
Fator solar				1/2

Legenda:1-Primeira entrevista.2- Segunda entrevista. **Fonte:** o próprio autor.

Referente as estratégias de parede e janela, este moveu muitas estratégias para a fase de pré-projeto, concentrando-as nesta fase, apenas a orientação solar e posição de janelas se mantiveram na concepção.

Em contrapartida aos outros participantes, este participante não alterou as fases de definição das variáveis térmicas dos sistemas parede e janelas, respondendo da mesma forma que na entrevista anterior. Por fim, aponta-se que o artefato concentrou mais decisões na fase de pré-projeto, no caso deste participante.

4.5.5 Comparação Das Respostas

Por fim apresentam-se mapas de calor que permitiram comparar os resultados entre as duas entrevistas e observa-se que as respostas estão mais concentradas, nas fases de concepção e pré-projeto, entretanto houve mudanças na instanciação, como apresenta-se no Quadro 26 sobre o levantamento de dados:

Quadro 26 – Mapa de calor: levantamento de dados

Respostas referentes as variáveis levantadas e analisadas								
Variáveis	Instanciação				Problematização			
	N	Concepção	Pré-projeto	Anteprojetado	N	Concepção	Pré-projeto	Anteprojetado
Entorno		1 2 3 4			(Respondido nas entrevistas)			
Geometria		1 2 3	4			1 2 3		4
Movimento do Sol		1 2 3 4				1 2 3 4		
Orientação		1 2 3 4				1 2 3 4		
Paisagismo		3		1 2 4			2 3 4	1
Sombreamento		3	1 2 4			2 3	1	4
Vegetação		2 3	4	1	3	2	1	4
Ventilação		1 2 3	4			2 3 4	1	
Verticalização	2	3	1 4			1 2 3 4		
Contato com o solo	1 2 4	3			1	2 3 4		

Legenda: 1 – Participante 1; 2 – Participante 2; 3 – Participante 3; 4 – Participante 4. Laranja – fase de instanciação. Azul – fase de problematização. **Fonte:** o próprio autor.

No Quadro 27 apresenta-se o mapa de calor de estratégias de parede e janelas e foi observado uma concentração de respostas na fase de concepção e pré-projeto quando comparado com a fase de problematização e dando indícios de que o artefato pode alcançar o seu objetivo.

Quadro 27 – Mapa de calor: estratégias de parede e janela

Respostas referentes as Estratégias de parede e janela							
Estratégias	Instanciação			Problematização			
	N	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor		1 2 3	4		2	3	1 4
Materiais		2 3	1 4			3	1 2 4
Orientação Solar		1 3 4		2	1 2 3 4		
Posição das janelas		3 4	1 2		2 3 4	1	
Sombreamento (Brisas)		3	1 2 4		2 3	1	4
Tamanho das janelas		3	1 2 4		2 4	3	1
Verticalização		1 2 3	4		2	3	1 4

Legenda: 1 – Participante 1; 2 – Participante 2; 3 – Participante 3; 4 – Participante 4. Laranja – fase de instanciação. Azul – fase de problematização. **Fonte:** o próprio autor.

A partir disso, foi possível perceber que mais participantes definiriam a cor na concepção com o artefato. Antes estavam mais espalhados e concentrados na fase de anteprojeto. Ressalta-se a informação do participante 2, que as cores são selecionadas pelos clientes e por isso não tem controle sobre ela.

A definição dos materiais se distanciou do anteprojeto e ficou dividido entre a concepção e o pré-projeto. Considera-se isso positivo e aponta que o artefato permite-os decidir antes do anteprojeto.

Destacamos que sombreamento, posição e tamanho de janela se concentraram no pré-projeto na instanciação, se distanciando da concentração na concepção, por outro lado, nenhum participante respondeu que a decisão seria realizada no anteprojeto. Isso pode ser indicativo de que o artefato simplificado não pode auxiliá-los nessas estratégias adequadamente, pois generaliza essas variáveis e o artefato completo se mostra mais adequado, pois já personaliza o tamanho e posição de janelas e acrescenta o layout interno.

No Quadro 28 apresenta-se o mapa de calor das respostas referentes a fase de projeto e as variáveis térmicas de paredes e janelas utilizando os termos normativos. Essa concentração das respostas dos participantes no pré-projeto pode ser um indicador que o artefato será mais útil nessa fase.

Quadro 28 – Mapa de calor: variáveis térmicas

Respostas referentes as características térmicas segundo as normativas								
	Instanciação				Problematização			
	N	Concepção	Pré-projeto	Anteprojecto	N	Concepção	Pré-projeto	Anteprojecto
Absortância térmica		3	1 2	4		2	1 3	4
Atraso térmico	4	3	1 2		1 4	2	3	
Capacidade térmica		3	1 2	4	1		3	2 4
Transmitância térmica		3	1 2	4			3	1 2 4
Fator solar		3	1 2	4		1	3	2 4

Legenda: 1 – Participante 1; 2 – Participante 2; 3 – Participante 3; 4 – Participante 4. Laranja – fase de instanciação. Azul – fase de problematização. **Fonte:** o próprio autor.

Comparado a problematização, as respostas sobre as variáveis térmicas predominaram a fase de pré-projeto. O desconhecimento das variáveis é superado, apenas o atraso térmico não é compreendido por um participante.

O artefato não lida com o atraso térmico diretamente, indicando que essa variável deve ser inclusa ou discutida.

4.5.6 Síntese da instanciação

Os participantes informaram que a modelagem e inserção dos valores é compreensível. Quanto a representação e legibilidade, a apresentação em gráficos foi apontada como a preferida por todos os participantes, seguida por três votos na 2D e dois votos na 3D.

A apresentação dos quatro gráficos mostrou-se improdutiva para os participantes, às vezes gerando dúvidas quanto a qual utilizar como referência para seu processo de projeto. Na visão dos profissionais, analisar o conforto a partir de todas as horas do ano é mais interessante que as horas ocupadas, pois contempla mais possibilidades de ocupação. Entretanto os participantes compreendem que a normativa também deve ser seguida.

Um comentário realizado pelo participante 1 foi: ‘algumas habitações possuem pessoas fora do horário de análise da norma’, apontando a limitação das horas ocupadas para este e que projeta considerando mais horas do dia.

O mesmo participante informou que sente a falta de valores fixos para

a determinação do desempenho térmico, questionando ‘todo ambiente com etiqueta A (com desempenho superior) tem pelo menos 50% de conforto durante o ano?’, pois é uma informação de seu interesse e em sua visão de mercado. Entretanto a NBR 15575-1:2021 utiliza um método comparativo entre o modelo real e o de referência e não valores fixos de desempenho.

Três dos quatro participantes demonstraram interesse no artefato, para eles sua utilização é compreensível e clara, tanto na preparação quanto nos resultados. Entretanto, todos os participantes tiveram a necessidade de auxílio para utilizar o artefato, apontando a necessidade de treinamento e qualificação para o uso do *Rhino3D* e *Grasshopper3D*.

4.6 TESTES REALIZADOS COM O ARTEFATO

Após a fase de instanciação, foram realizados mais testes no artefato verificando situações extremas e baseadas nas críticas dos participantes. Foram testados diferentes valores de fator solar; os diferentes sistemas construtivos no artefato completo; isolando e variando a transmitância e a capacidade térmica no artefato simplificado; e variando verticalmente a unidade.

Para tal aponta-se algumas observações que devem ser considerados para o uso do artefato: O fator solar de elementos transparentes tem grande impacto no desempenho dos ambientes e pode acabar enviesando a decisão.

Deve-se considerar sistemas de paredes com transmitância e capacidade térmica, pois podem apresentar melhores resultados. Indo contra os achados da revisão sistemática, reduzir a transmitância pode não ser a melhor solução, pois a capacidade térmica do material pode ter um impacto maior e beneficiando mais as unidades. Isso pode ser detectado no artigo de Ferreira et al. (2017) para a cidade de Maringá, pois possui menor rigor térmico e foi considerado o atraso térmico o fator determinante para o conforto dessa cidade.

Realizar a modelagem movendo o modelo verticalmente, distanciando a habitação do solo, altera o desempenho térmico das unidades e permite comparar o desempenho da unidade mais baixa e a mais alta (sem ser a cobertura). No artefato completo é possível utilizar os ambientes de APT para reproduzir a presença de outras unidades e reduzir o impacto da insolação direta no apartamento tipo.

4.7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após as respostas das entrevistas de instanciação serem tabeladas foi observado que os participantes responderam “sim” para as perguntas sobre utilidade e eficácia. Logo, o artefato foi avaliado como útil e eficaz pelos participantes, porém não qualificaram suas respostas. Por isso, observou-se as alterações das respostas entre as duas entrevistas, foi analisado como os participantes utilizaram e lidaram com o artefato.

Além disso, o artefato impactou no processo de projeto dos participantes, observando as alterações das fases de algumas decisões que impactam no desempenho térmico. Três dos quatro participantes alteraram suas respostas e posicionaram as variáveis térmicas de forma mais coerente, concentrando-as em uma única fase.

A análise do desempenho de todas as horas e das horas ocupadas das APPs causaram dúvidas quanto aos resultados que eram contrastantes. Com isso, percebeu-se que os participantes preferem trabalhar com a análise de todas as horas, entretanto ainda precisam considerar a análise das horas ocupadas devido a normatização.

Notou-se que os participantes tinham viés prático ao utilizarem o artefato. Participante 1 desejou aplicar sistemas construtivos existentes desde o artefato completo e criticou os períodos de ocupação da avaliação por simulação presente na NBR 15575-1. Participante 2 apresentou ser um profissional com mais tempo de atuação e provavelmente devido a essa característica propôs utilizar períodos de análise menores, como realiza com a análise da insolação. Participante 3 informou que utilizaria o artefato para verificar e validar suas decisões e informou que o conhecimento prévio das variáveis térmicas ajudaria na tomada de decisão e reduziria o número de simulações. Participante 4 já se apresentou ser o tipo de profissional mais prático do grupo, que realiza as demandas dos clientes e realizando todos os requisitos necessários para seus projetos, e informou que gostaria de dados técnicos e prestadores de serviço que realizassem a análise do desempenho e o assistissem em seus projetos.

4.7.1 Análise e Gráficos

A análise do desempenho a partir das horas em conforto térmico dos ambientes foi compreendida pelos participantes, logo a sua representação em gráficos mostrando as horas em conforto e desconforto também foi compreendida. As análises das horas em conforto para o verão também foram aceitas pelos participantes visto que três desses informaram interesse nesta estação. Entretanto, a apresentação das análises das horas ocupadas em paralelo com as análises de todas as horas do ano se tornou uma fonte de dúvidas devido as alterações.

O desempenho de todas as horas e todas as horas do verão informou um resultado contrário ao desempenho das horas ocupadas e das horas ocupadas durante o verão devido ao recorte temporal das horas ocupadas.

Isso acontece porque a análise das horas ocupadas para a sala considera das 14 horas até às 21 horas, sendo estas as que contemplam parte das horas mais quentes do dia, justificando o aumento das horas em desconforto. Em contrapartida a análise da temperatura de todas as horas do ano inclui a temperatura operativa das demais horas, como noite e madrugada, que contemplam horas mais 'frias' do dia. Por isso aconteceram as contradições.

O oposto acontece com as análises dos quartos observando as análises de todas as horas e as horas ocupadas. A análise das horas ocupadas dos quartos considera a temperatura operativa entre as 22 horas até o final das 7 horas, que são as horas com temperaturas mais amenas. Isso aumenta o desempenho dos quartos quando comparado com a análise do desempenho de todas as horas do ano.

As análises do desempenho para o verão apresentam resultados proporcionais para a sua versão do ano todo, apenas tendo mais horas em desconforto pelo calor. Todavia nenhum participante focou nesses resultados durante as atividades, implicando que eles devem ser considerados posteriormente ou não foram considerados pela limitação do tempo de atividade. Portanto, foi observado que as análises do desempenho apresentaram resultados contraditórios durante o uso do artefato e criou interpretações diferentes para o desempenho da mesma APP.

Durante a atividade, o participante 1 ficou interessado em solucionar o desconforto da sala de estar, pois é o ambiente que prioriza e obteve o menor desempenho na análise das horas ocupadas entre todos os APPs ao mesmo tempo que esse APP obteve o melhor desempenho na análise de todas as horas. Logo este

preferiu considerar os resultados do desempenho das horas ocupadas, demonstrando que o usuário escolhe dentre as análises qual considera como principal para otimizar o projeto, deixando as demais para segundo plano.

Todavia, o participante 1 criticou a análise das horas ocupadas da norma como muito restrita e que não considera outras possibilidades de ocupação, como habitações em que há residentes durante o dia todo. Seguindo a mesma lógica, os demais participantes demonstraram mais interesse no desempenho de todas as horas do ano, pois avalia o projeto considerando mais horas e situações e obtendo um resultado mais completo.

As análises do desempenho são benéficas ao processo de projeto, entretanto percebeu-se que cada análise leva a resultados ótimos diferentes. Alguns sistemas são preferíveis para o verão, melhorando o desempenho durante esta estação e reduzindo o desempenho do ano todo. Portanto, cabe ao projetista escolher qual análise considera mais adequada durante o uso do artefato.

Além disso, sugere-se acrescentar uma análise com um novo conjunto de horas analisadas: os quartos devem ser analisados todas as horas e a sala de estar deve ser analisada a partir das 8 horas até o final das 21 horas. Permitindo que a sala seja analisada nas horas em que o usuário não está dormindo.

4.7.2 Sugestão: Análise de outras estações e datas específicas

Durante a apresentação do artefato, o participante 2 acrescentou que considera diferentes períodos do ano para analisar em seu processo de projeto e por isso recomendou acrescentar datas de solstícios e equinócios nas análises. Observa-se que ele utiliza essas datas como referência para calcular a insolação e dimensionar brises, pois é um meio de analisar a irradiação e relacionar com os momentos do ano.

É possível implementar essa análise de um dia ou um período específico ao artefato. Entretanto é necessário considerar que o arquivo climático possui valores médios do clima e que as datas escolhidas podem não representam os dias mais extremos ou significante. Além disso, Triana et al., (2015) recomendaram focar nas estratégias para o desconforto para calor para a ZB3, pois é o principal tipo de desconforto para esta zona. Portanto, considera-se que não seria proveitoso o acréscimo de análises em outros períodos do ano.

Contudo, caso seja do interesse do usuário realizar uma análise em

outros horários é recomendado aprender a utilizar os softwares para realizar a separação dos dados em períodos a partir do *LadybugTools* utilizando HOY (*hour of year*). Outra possibilidade é editar o código escrito em *Python* que faz a análise da temperatura operativa e incluir as horas da análise.

4.7.3 Representação 2D Por Cores

Os gráficos foram a representação favorita dos participantes, em seguida a representação em 2D. Entretanto ela foi pouco utilizada, pois informou apenas a média da temperatura operativa dos ambientes para todas as horas do ano, não informando outros dados que pudessem contribuir para a tomada de decisão.

Sugere-se integrar essa representação com a análise de desempenho térmico, informando a porcentagem de horas em conforto dos APPs em cores. Entretanto as porcentagens das horas em desconforto não seriam representadas, levando a crer que todo o desconforto é devido ao calor, seria necessário implementar as diferentes análises do artefato e só seria possível representar uma análise por vez.

Outra sugestão é substituir essa representação por diagramas de caixa (*boxplot*) para apresentar a média, valores máximo e mínimo de cada ambiente para ter uma melhor compreensão dos dados, entretanto isso não é possível com o HUMAN UI atual, necessitando utilizar outras ferramentas para tal.

4.7.4 Restrições no Processo De Projeto

Na entrevista de problematização foram informadas restrições e características exclusivas dos projetos de edifícios, essas são importantes para entender as respostas dos participantes na entrevista de instanciação e como isso interfere no uso do artefato.

O participante 1 foi quem apresentou ter maior interferência do cliente investidor. Este participante informou que a prioridade desse cliente é o retorno do investimento, sempre visado a unidade menos custosa e para os requisitos de projeto, a quantidade de pavimento e unidades é definido visando ter o maior aproveitamento do lote. Em alguns casos seus estudos eram analisados por uma equipe orçamentária do próprio cliente. Entretanto o desempenho do projeto não era incluso nos requisitos do projeto, se limitando aos requisitos mínimos.

Os participantes 2 e 4 informaram que os projetos de edifícios têm características específicas. Nesses projetos são utilizadas a reprodução da unidade tipo na pior situação, com a pior orientação solar, e a verticalização limita as estratégias de parede e janelas para propiciar o conforto. O participante 4 acrescentou que suas estratégias projetivas ficam limitadas por causa do “espelhamento”, pois a reflexão e repetição das unidades impede o uso de estratégias em faces específicas e ao realizar esse rebatimento devem ser utilizadas as mesmas estratégias em ambas as faces.

O participante 1, por outro lado, informou que conseguiu utilizar estratégias mais específicas de acordo com a orientação em alguns momentos. Neste caso, informou que conseguiu utilizar um sistema construtivo com materiais mais isolantes nas paredes externas da suíte master que estava voltada para norte e oeste. Entretanto foi um caso anedótico.

A estratégia da unidade tipo na pior situação permite que sejam simplificação das variáveis do entorno para condições mínimas que o projetista considera importante, neste caso a orientação solar sem o entorno. A verticalização também justifica a simplificação para reduzir a complexidade do contexto e o sombreamento presente em cada pavimento. A estratégia do espelhamento garante que todas as unidades terão a mesma área e mesmo custo de construção.

Todavia, o espelhamento implica na reprodução de estratégias inadequadas para diferentes faces ou na proibição de estratégias para orientações específicas. A estratégia de sombreamento depende da orientação solar e isso pode levar a reprodução de soluções adequadas para uma face, mas inadequada para a face oposta. Portanto, foi observado que o processo de edifícios tem restrições e limitações, estando restritos principalmente as estratégias de parede, janelas e sombreamento devido a simplificação do processo de projeto.

4.7.5 Uso do artefato

Os participantes preferiram testar o artefato modelando uma unidade habitacional mesmo com mais unidades e possibilidades no artefato completo. Isso pode ser justificado pela estratégia da pior situação.

Nota-se que o resultado do material de referência, que servia de valor mínimo, não era considerado durante todo o processo, pois os participantes focavam

no melhor resultado. O artefato serviu como ferramenta de exploração e teste, por isso era sempre utilizando o melhor resultado obtido como referência. Sendo isso quase uma reprodução do modelo coevolutivo de Dorst e Cross (2001).

Observou-se que os participantes alteravam principalmente as características térmicas de sistema de parede e janelas. A alteração da geometria e rotação só foram testadas pelo participante 2. Não utilizaram o artefato para verificar o impacto da verticalidade, comparando os resultados da unidade do primeiro pavimento com os resultados da mesma unidade mais elevada. Portanto, os participantes evitaram alterar a geometria e focaram em alterar as características térmicas das unidades de teste com o artefato.

4.7.6 Variáveis de vedação externa

Percebeu-se que a ferramenta de estudo das características termo físicas do sistema de parede externa do artefato simplificado não foi interessante o suficiente para o participante 1. Este requisitou as características térmicas de uma parede de alvenaria “comum” (o sistema de parede com 14cm, com bloco cerâmico de 9x19x19 cm com camadas de argamassa interna e externa com 2,5 cm) para comparar com o material de referência. Assim, comparou esse resultado com o material de referência da normativa com a referência de um sistema que utilizou. Após isso, testou menos as variáveis térmicas de paredes. Isso indica a necessidade deste artefato informar valores de alguns sistemas pelo artefato simplificado.

No artefato completo, o uso da lista de sistemas de paredes auxiliou na testagem de diferentes sistemas. Com os testes realizados pelos participantes foi percebido que em alguns casos os sistemas com menor transmitância térmica apresentaram menor desempenho do que os o sistema com maior transmitância térmica, indo contra a recomendação da revisão sistemática de sempre utilizar materiais com baixa transmitância e demonstrando a complexidade e necessidade da simulação. Isso pode ser justificado pela variação da capacidade térmica e pela simulação utilizando a ventilação natural, como visto em Ferreira et al. (2017) e Frómeta et al. (2019).

Em Ferreira et al., (2017) a capacidade térmica e a ventilação foram algumas das variáveis com o maior impacto pela análise fatorial. Em Frómeta et al., (2019) a ventilação foi a condicionante de projeto mais impactante dos modelos e

reduziu o impacto das variáveis térmicas de parede e janelas. Este fator indica uma limitação do artefato, visto que a ventilação natural pode disfarçar o real impacto das variações das características térmicas. Todavia, a NBR 15575-1 (2021) só utiliza os modelos sem ventilação para captar os valores de carga térmica, não podendo extrair as horas em conforto deles.

A absorvância térmica teve os resultados dentro do esperado, os melhores resultados eram obtidos com absorvância menor. Com isso os participantes preferiram utilizar as cores mais claras, com absorvância térmica média ou baixa.

Nota-se que o fator solar dos elementos transparentes teve alto impacto nos artefatos, podendo crescer mais de 5% de horas ao conforto. Isso necessita ser melhor investigado, pois não foram selecionados artigos que analisavam o impacto dessa variável.

4.7.7 Ferramenta De Validação

Durante a entrevista de instanciação, o participante 3 informou que ele já utilizaria o artefato na fase de pré-projeto para validar essas decisões realizadas durante a concepção. Isso demonstra que este participante considerou que o artefato pode ter a função de ferramenta de validação para suas decisões em seu processo, indo além de uma ferramenta exploratória. É esperado que este participante tenha maturidade para tomar decisões mais adequadas desde a fase de concepção visto que é o participante que apresentou mais conhecimento sobre desempenho térmico e que as considera mais cedo.

4.7.8 Estudo de zonas

O participante 3 utilizou o artefato completo para fazer estudos de zonas ao invés de desenhar o *layout* interno. Assim, este participante foi além do esperado para o artefato. O estudo de zonas pode ser uma estratégia intermediária entre o estudo de uma zona e o estudo do *layout* interno, não demandando uma definição tão precisa, mas estudando como os volumes interagem entre si e sendo possível encontrar posições mais adequadas para as APPs com menos volumes, por exemplo. Todavia é necessário realizar a simulação com o *layout* interno para verificar os resultados, sendo que essa estratégia sofre dos mesmos problemas da integração

dos ambientes.

Foi testado o artefato completo com a proposta do estudo de zonas e foi percebido que é possível que sejam utilizados apenas as zonas e janelas como geometria mínima para a simulação em conjunto com suas características térmicas. Observa-se, portanto, que o artefato tem esse potencial, porém ainda é necessário adaptar o artefato a essa possibilidade.

4.7.9 Restrições do artefato

Com base no exposto, observa-se que não é possível realizar a **integração dos ambientes** entre diferentes tipos de zonas (APPs, APT, banheiros) sem que seja criada uma parede entre elas. Isso forçou os usuários a simplificarem as zonas e integrarem a sala de estar e com a cozinha, ambientes que os participantes já informaram integrar em seus projetos. As consequências dessa integração são a alteração das cargas térmicas internas por causa da área do ambiente; a alteração das cargas externas, por causa da orientação e área de parede mais exposta; e a integração a ventilação cruzada.

O artefato completo **não incentiva a modelagem do pavimento tipo com todas as zonas**, pois demanda muitas alterações manuais. Logo, o uso da unidade no pior caso é uma estratégia mais propícia para explorar a sua geometria e que pode ser utilizada antes de realizar a modelagem e simulação do pavimento tipo.

Durante a testagem com o participante 3 foi sugerido o uso de **jardins internos** ao artefato devido à falta dessa possibilidade no artefato simplificado. Considera-se que essa crítica aconteceria caso tentasse fazer o mesmo com um edifício com um vazio em seu centro. Para responder a essa necessidade, recomenda-se acrescentar a possibilidade de utilizar superfícies representando as zonas e permitir vazios ao volume. Como este artefato trabalha com uma geometria única, isso gera uma limitação.

Foram percebidas **limitações nas aberturas inseridas pelo artefato**. São necessárias mais possibilidades de **inserção e customização de janelas**, pois o participante 3 utilizou grandes janelas em seu modelo de teste, entretanto foi necessário realizar adaptações e simplificações no artefato. O mesmo participante utilizou **portas de correr de vidro** em ambientes sociais e privados que tiveram que ser adaptadas utilizando várias janelas para representar a mesma

quantidade de área envidraçada. Essa limitação informa a necessidade de permitir mais possibilidades de portas e janelas, dando a possibilidade de inserir portas de vidro e permitindo a criação de janelas com dimensões maiores.

Quanto ao **uso do PAF no Artefato Simplificado**, o participante 3 apontou uma limitação para o artefato simplificado por causa da ferramenta de criação de aberturas a partir do PAF e a orientação. Não foi possível criar aberturas e paredes cegas na mesma orientação na geometria em forma de 'L', visto que ele gostaria que uma face leste tivesse uma face cega e outra face com aberturas e o mesmo para as faces voltadas para o sul, como a Figura 28 apresentou.

O participante 4 informou na entrevista de problematização que dá atenção a janelas suas esquadrias, pois considera a janela e a orientação solar tem o maior impacto no desempenho térmico e isso se manteve após utilizar o artefato. Por isso considera-se necessária a possibilidade de inserir e testar s ao artefato, pois em janeiro de 2023 foi publicada a versão 1.6.0 da biblioteca *LadybugTools* que incluiu essa possibilidade (Mackey, 2023). Assim é satisfeita demanda e permite testar os diferentes tipos de materiais para s, visto que eles têm impacto no desempenho térmico de janelas, como exposto em Fait et al. (2020) Além disso, os s são necessários para realizar a simulação térmica segundo a NBR 15575 (ABNT, 2021).

Os participantes 1 e 4 informaram que gostariam de **integrar o artefato a softwares** que já utilizam em seu ofício. Entretanto o artefato está restrito ao *Rhino 3D*, um software não utilizado pelos participantes da pesquisa, como informaram na entrevista de problematização. Considera-se essa crítica adequada, todavia essa possibilidade vai além do objetivo desta pesquisa. Atualmente é possível utilizar ferramentas que integrem o Grasshopper 3D ao ArchiCAD e Revit (Graphisoft, 2023; Robert McNeel & Associates, 2023), além disso, essa pesquisa pode servir como base para o desenvolvimento e implementação de ferramentas similares.

4.7.10 Relevância da NBR 15575

A criação do artefato a partir do procedimento por simulação do desempenho da NBR 15575:2021 foi adequado para os participantes, entretanto não foi possível realizar a criação dos modelos de referência e do modelo sem ventilação natural para comparação. O uso do material de referência para paredes externas não foi significativo para os participantes visto como eles utilizam o artefato buscando uma

melhor solução. E como visto anteriormente, falta a possibilidade de simular o modelo utilizando esquadrias nas janelas.

O participante 1 questionou sobre a existência de valores de referência ou fixos de horas ocupadas para cada nível de desempenho dos ambientes, exemplo: “qualquer ambiente com desempenho A (superior) tem 50% das horas ocupadas em conforto?”. A NBR 15575:2021 determina o procedimento de simulação computacional para habitações a partir da comparação entre duas habitações, a real e a de referência, com e sem ventilação em ambas, utilizando a carga térmica e as horas em conforto durante as horas ocupadas do ano para a sua classificação. Portanto, o método comparativo torna impossível de determinar valores fixos.

Como apresentado anteriormente, a configuração do material de parede externa do artefato simplificado não foi suficiente para o participante 1 se interessar e preferiu buscar a referência de materiais reais. Essa prática privilegia os resultados baseados em valores reais, entretanto isso não permite observar como cada variável impacta no desempenho e provavelmente reduz o aprendizado das variáveis. Portanto, o uso do material de referência da NBR 15575:2021 não serviu de referência para os participantes. Como visto durante a instanciação, os participantes se prendiam ao melhor resultado obtido como referência.

As análises durante as horas ocupadas determinada pela norma não é representativa na opinião do participante 1 e tem a possibilidade de contradizer os resultados das análises de todas as horas. Todavia, nenhum dos participantes deixou de observar as duas análises, indicando que ambas são relevantes. Por isso propõe-se uma análise com mais horas para as APPs de estar e todas as horas das APPs de quartos.

Isso contribui para a discussão do artefato, informando que a atenção dos projetistas vai além da análise apresentada pela normativa, tentando prover o maior desempenho, logo a maior quantidade de horas em conforto. Conclui-se que o procedimento de simulação computacional serviu de base para o desenvolvimento do artefato, porém as limitações impostas e as necessidades dos participantes indicaram que o artefato deve realizar análises diferentes.

Ainda existe a possibilidade para alterar as configurações e as cargas internas da simulação para se adequar as especificidades de cada participante. Entretanto isso foge da verificação normativa e depende das capacidades do usuário.

4.7.11 Aprendizado

Considerando que todos os participantes tiveram assistência para utilizar os softwares, é apontada a necessidade de treinamento para os participantes utilizarem o artefato. Os participantes 1, 2 e 3 demonstraram interesse em aprender a utilizá-lo. Sendo um indicativo da sua eficácia, porém, o uso do artefato foi restrito a menos de uma hora com cada participantes e sem um treinamento prévio, o que limita os resultados.

Participante 3 informou que considera importante o aprendizado e conhecimento prévio dos fenômenos e variáveis que impactam no desempenho térmico para utilizar o artefato, pois considera que o artefato será mais proveitoso e conseguindo tomar as melhores decisões com menos simulações. Para este, a apresentação e uso em conjunto com o pesquisador, permitiu lembrar e compreender as variáveis que havia estudado anteriormente, entretanto ele acredita que não conseguiria fazer o mesmo sem assistência e necessitaria de um profissional com mais conhecimento o auxiliando.

Isso tudo concorda com Albuquerque (2006), o interesse e a compreensão que o profissional tem sobre essas informações o auxiliam em seus projetos e tomada de decisão. Isso informa que a apresentação e uso do artefato permitiram a compreensão momentânea das variáveis, entretanto o aprendizado das variáveis térmicas vai além do realizado.

O participante 4 posicionou a definição das cores e a absorvância térmica em fases diferentes e da mesma forma aconteceu com a definição dos materiais e suas características térmicas. Além disso, informou não compreender o que é o termo “atraso térmico”. Indicando que ainda existe falhas na compreensão dos materiais e suas características térmicas.

O atraso térmico impacta diretamente no desempenho, como visto na revisão bibliográfica, entretanto ele não é contemplado de forma direta pelo artefato. Isso impede compreender como essa variável impacta diretamente. Para tal, recomenda-se acrescentar ao artefato uma janela informando qual o atraso térmico do material utilizado e texto explicando como capacidade térmica o impacta.

Em Souza (2020) foi observado que a carga térmica foi preferida pelos seus participantes, esse mesmo parâmetro pode ser considerado para o artefato simplificado devido ao foco educativo. Todavia, foi visto anteriormente a

incompatibilidade desse parâmetro com a ventilação natural. Por isso é proposta a opção de simular o modelo sem ventilação natural ao artefato simplificado para apresentar o impacto das variáveis térmicas das vedações a partir da carga térmica. Contudo, destaca-se que não é possível comparar os resultados ‘com ventilação’ e ‘sem ventilação’ pois são medidos e apresentados parâmetros diferentes.

4.7.12 Treinamento

O participante 3 relatou que gostaria que o artefato informasse as trocas de calor, entretanto os demais participantes não demonstraram interesse nisso e a biblioteca do *HoneyBee* possui essa ferramenta e representação. Como este artefato serve como introdução às ferramentas e à simulação térmica, e três dos participantes demonstraram interesse em aprender a utilizá-los, propõe-se criar um roteiro para aprendizado das ferramentas e customização do artefato.

O uso do artefato depende da capacidade do usuário em utilizar os softwares *Rhino 3D* e o seu *plug-in Grasshopper 3D*, além de realizar a interpretação dos gráficos. Isso é, a modelagem 2D e 3D do *Rhino3D* e importação de dados para o artefato no *Grasshopper 3D*. Para tornar o seu uso mais claro e eficiente, recomenda-se a criação de um manual, guia ou treinamento em vídeo sobre como o utilizar. Também é necessário inserir mais comentários ao código, informando mais sobre cada variável e o que cada variável significa. Por fim, recomenda-se para os interessados em aprender a utilizar as ferramentas e customizar o artefato o desenvolvimento de habilidade nos softwares utilizado que o Quadro 29 informa.

Quadro 29 – Softwares utilizados e habilidades a serem desenvolvidas

Software	Habilidades
Rhino 3D	Modelagem 2D e 3D via NURBS
Grasshopper 3D	Importação de Geometrias Ler e compreender os códigos Importação de geometrias Programação e parametrização
LadybugTools	Fundamentos <i>Ladybug</i> Realizar análises climáticas Compreender o controle dos dados
Honeybee	Fundamentos de desempenho e conforto térmico Fundamentos do <i>EnergyPlus</i> e <i>Honeybee</i> Modelagem e simulação térmica

Fonte: o próprio autor.

4.7.13 Impacto Do Artefato

Observa-se o movimento das respostas dos participantes entre a problematização e a instanciação de modo a entender o impacto do uso do artefato. O participante 1 manteve a maioria das variáveis e parâmetros perguntados na mesma fase da primeira entrevista; O levantamento de dados, a vegetação e verticalização foram alteradas para uma fase posterior e a ventilação foi movida do pré-projeto para a concepção; As perguntas sobre estratégias de parede e janelas e variáveis térmicas, obtiveram suas respostas concentradas no pré-projeto, tendo mais coerência entre elas; A definição da cor foi movida para a concepção, os materiais de parede e tamanho de janela saíram do anteprojeto para o pré-projeto; As variáveis térmicas, todas as variáveis foram posicionadas na fase de pré-projeto. Demonstrando que ele aprendeu as variáveis de capacidade térmica e atraso térmico e acabou com a variação entre as fases, entretanto a fase da cor e a absorvância térmica ainda foram diferentes.

O participante 2 já havia informado que a maioria dos dados levantados eram decididos na concepção, porém, com o artefato houve mudanças na fase do paisagismo e sombreamento para o pré-projeto e retirou a verticalização e o contato com o solo do seu processo. Para estratégias de paredes e janelas, alterou todas as respostas, com exceção da cor que se manteve na concepção, a definição dos materiais foi movida do anteprojeto para a concepção, verticalização foi desconsiderada em seu processo e as demais foram posicionadas no pré-projeto. Sobre as variáveis térmicas, todas foram alteradas para a fase de pré-projeto, não as alinhando com as características de materiais e cor.

Além disso, este participante posicionou a orientação solar na fase de anteprojeto. Considera-se que esta foi posicionada em uma fase inadequada considerando que ele posicionou as estratégias que dependem da orientação solar (sombreamento, posição e tamanho de janelas) no pré-projeto e apresentou uma compreensão sobre as características térmicas de diferentes sistemas de parede de acordo com a orientação solar e uso do ambiente. Por isso, considera-se que essa resposta como um desvio.

O participante 3 havia respondido que a maioria de suas decisões que impactam no desempenho térmico estão na concepção e pré-projeto. Com a presença do artefato este trouxe mais decisões para a fase de concepção e acrescentou que

utilizaria o artefato na fase de pré-projeto para verificar decisões. A fase das variáveis alteradas foram o paisagismo e vegetação que foram movidas para a concepção. posicionou todas as estratégias de parede e janela na fase de concepção e desconsiderando a verticalização do seu processo de projeto. Ele fez o mesmo com as variáveis térmicas, que saíram do pré-projeto para a concepção.

O participante 4 informou que tomaria mais decisões na fase de pré-projeto considerando o artefato. As fases de projeto das variáveis tiveram mudanças, as variáveis que estavam no anteprojeto (geometria, sombreamento e ventilação) e concepção (verticalização e ventilação natural) mudaram para a fase de pré-projeto, o contato com o solo foi desconsiderado desse processo, porém o paisagismo foi postergado para o anteprojeto. A fase de projeto das características de parede e janelas, a posição das janelas e sombreamento que se mantiveram na concepção e demais se concentraram no pré-projeto. Isso reforça a sua preocupação com o desempenho térmico a partir das janelas que demonstrou desde a problematização. Entretanto, a fase das variáveis térmicas foi igual a primeira entrevista, ainda não compreendendo o que é o atraso térmico ou alinhando as características de materiais e cores com suas variáveis térmicas.

Pontos positivos detectados: As respostas da pergunta sobre compreensão a dos termos técnicos mostrou que os participantes 1, 2 e 4 se concentraram no pré-projeto e o participante 3 as concentrou na concepção. As fases das características de paredes e janelas informou que mais decisões serão tomadas nas fases de concepção e pré-projeto e menos na fase de anteprojeto. Nos mapas de calor foi observado que metade das respostas, das variáveis térmicas, se concentraram na fase de pré-projeto, não mais no anteprojeto (Quadro 28). Os resultados observados no mapa de calor não informam o mesmo que os resultados individuais (Quadro 26 e Quadro 27). Este fato indica que a prioridade das variáveis levantadas pelos participantes são a geometria, o movimento do sol, a orientação solar e a ventilação durante a fase de concepção, enquanto o sombreamento é concentrado no pré-projeto e o paisagismo no anteprojeto. O contato com o solo passou a ser desconsiderado por três participantes, demonstrando que não é uma variável importante para projetos de edifícios. De forma similar a cor e a orientação solar predominaram nas características de paredes de janelas durante a concepção, saindo do anteprojeto; materiais e posição das janelas ficaram divididas entre as fases de concepção e pré-projeto; o sombreamento e tamanho de janelas se concentraram

na fase de pré-projeto, duas estratégias que se complementam.

Pontos negativos e possível ruído: é necessário destacar que nas respostas das variáveis levantadas (Quadro 26) e estratégias de paredes e janelas (Quadro 27) não houve concordância total entre os 4 participantes. Três participantes informaram que é utilizada a estratégia do pavimento tipo e planta tipo no pior caso, entretanto ainda informaram considerar a vegetação do entorno e a verticalização. O participante 4 manteve as respostas sobre a os termos técnico estagnadas.

A vegetação do entorno foi posicionada em todas as fases, ficando dispersa. Por isso, foi considerado que esse é um dado levantado, mas não deve ser utilizada como uma estratégia principal, devido ao uso da estratégia do pavimento tipo e a unidade tipo no pior caso. Além disso, as unidades vão mais alto que a sombra projetada pela vegetação do entorno.

Os participantes posicionaram o paisagismo na fase de anteprojeto e principalmente, diferente da fase em que o sombreamento está. Indicando que o paisagismo não é uma prioridade para o desempenho térmico. O participante 1 informou que tenta inserir o paisagismo em seus projetos de apartamentos, entretanto não é uma prioridade dos clientes, como informou na entrevista de problematização. O participante 2 considera que o paisagismo pode ter impacto no desempenho, porém só consegue aplicar essa estratégia no térreo e habitações unifamiliares.

Por fim, com as respostas dadas pelos participantes, a alteração das fases de projeto das variáveis de projeto, estratégias de parede e janela e as variáveis térmicas e as informações apresentadas pelos mapas de calor (Quadro 26, Quadro 27, Quadro 28) foi considerado que o artefato seria proveitoso para os participantes. O artefato impactou na ordem que as decisões são tomadas em seus respectivos processos, visto que as estratégias de parede e janelas se concentraram na concepção e pré-projeto, e, as características térmicas também se concentraram no pré-projeto e se afastando do anteprojeto, se aproximando da proposta de Lamberts et al. (2014). As variáveis térmicas a partir dos termos na NBR 15220-2 que se concentraram no pré-projeto e concepção, informando que elas começaram a ser consideradas antes do anteprojeto. Os gráficos são legíveis para os participantes. Além disso, o artefato pode ter potencial como uma ferramenta de validação, segundo o participante 3.

Todavia, ainda foi percebido falhas no artefato, desde a limitação de possibilidades das janelas e não ter portas de vidro, a limitação de não poder inserir

jardins de inverno no artefato simplificado, não considera s nas janelas, como a NBR 15575 (ABNT, 2021) determina, e o artefato não consegue isolar o atraso térmico para os usuários o compreenderem. Ainda deve ser destacado que os resultados dos artefatos podem ser contraditórios devido a análise das horas ocupadas e da análise de todas as horas.

Portanto, é perceptível que o artefato impactou no processo de projeto dos participantes deixando-os mais atentos aos conceitos e resultados de suas ações.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa objetivou produzir um artefato digital que pudesse auxiliar na tomada de decisão com relação as características térmicas de paredes e janelas de edifícios multifamiliares. Para tal foi utilizado o Design Science Research como método. Este derivou uma pesquisa em três instâncias: a revisão sistemática de literatura sobre o impacto de variáveis térmicas em habitações, a revisão de literatura sobre processo de projeto e a entrevista com profissionais para levantamento de requisitos.

Com esses dados foram criadas as diretrizes considerando pressupostos e as necessidades dos participantes para desenvolver o artefato. O artefato foi desenvolvido utilizando o *Grasshopper3D*, um *plug-in* do software *Rhino 3D*, e utilizando a biblioteca *LadybugTools* e *HoneyBee* versão 1.5.0 que permitiram realizar as simulações utilizando o *EnergyPlus*. O artefato foi dividido em duas versões, o artefato simplificado, que permite simular um volume único e propicia o aprendizado, e o artefato completo, que permite simular uma ou mais unidades habitacionais com layout interno e utiliza uma biblioteca de sistemas similares de parede. A instanciação testou o artefato visando observar sua utilidade e eficácia e captar o *feedback* para o melhorar. Essas respostas informaram que o artefato alteraria o processo de trabalho dos projetistas, levando-os a decidirem sobre variáveis, estratégias e as características que impactam no desempenho térmico em fases mais anteriores em seu processo de projeto, entretanto o artefato ainda apresentou limitações e discussões.

Com a instanciação, percebeu-se que o artefato pode alterar a tomada de decisão das variáveis e estratégias que impactam o desempenho térmico de habitações verticais, teve sua utilidade confirmada pelos participantes, entretanto não foi totalmente eficaz por apresentar análises de conforto térmico que se contradiziam para as APPs devido ao período analisado. Portanto o artefato ainda tem falhas quanto ao período de análise.

Os participantes fizeram críticas quanto ao período de análise normativo, que não contempla as horas que achavam necessárias de serem analisadas por isso foi proposto um novo período de análise pelo participante 2. Foi percebido que a absorvância térmica teve resultados consistentes com a literatura; o fator solar de elementos transparentes teve alto impacto nos testes; que os sistemas

com menor transmitância térmica poderia desempenhar pior que sistemas construtivos de paredes com maior transmitância térmica em situações específicas.

Considera-se que esta pesquisa acrescenta um artefato que pode conectar profissionais com a simulação térmica e ao campo do desempenho térmico de habitações de forma prática.

5.1 RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Em futuros trabalhos recomenda-se que o artefato seja aprimorado para se adequar as necessidades dos usuários e para melhorar sua eficácia da seguinte forma:

Seguir a normativa, é importante que inclua a possibilidade da análise do desempenho com e sem ventilação e com modelo de referência, mas que se permita mais possibilidades de análise.

Incluir os caixilhos de janelas para que a simulação seja mais representativa do modelo normativo.

Apresentar os dados de interesse para os projetistas.

Considerar a possibilidade de as determinações normativas não estarem de acordo com as necessidades dos projetistas.

Diferenciar o sistema construtivo da sala de estar e dos quartos, pois as horas ocupada nestes ambientes são diferentes e o estar é sempre o ambiente com maior desconforto por calor no verão.

Incluir a possibilidade de simular e representar a simulação sem ventilação natural para obter as cargas térmicas de aquecimento e resfriamento visto que o plug-in Honeybee já tem essa possibilidade, a proposta de alteração do artefato simplificado e sua necessidade para a NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

Verificar a possibilidade de integrar o artefato para o plug-in *Dragonfly* que está presente na biblioteca LadybugTools. Este trabalha o desempenho térmico na escala urbana e é utilizado para realizar simulações com mais ambientes e maior complexidade.

Realizar a avaliação do artefato com mais participantes, como profissionais especializados em desempenho térmico, profissionais e estudantes.

Inserir pátios internos, para tal recomenda-se alterar o código para ser compatível com superfície base.

Integrar a ferramenta com ferramentas BIM, considerando a ligação entre o Rhinoceros 3D e os softwares ArchiCad e Revit.

Comparar o artefato com outras ferramentas de análise do climática disponíveis e verificar a possibilidade de elemento de parede verde ou similar para verificar o seu impacto.

Considerar formas de comunicar a carga térmica e atraso térmico de forma mais compreensível. Para a carga térmica, recomenda-se comunicá-la em valor monetário (reais) ao invés de consumo energético (kwh), podendo ser uma unidade mais compreensível e intuitiva; e com a possibilidade de parametrizar o valor de acordo com o valor vigente no momento do uso.

Encontrar uma forma de representar o atraso térmico de forma simples e de forma visual no artefato.

Atualizar o artefato para a versão mais recentes da biblioteca *LadybugTools*. A versão utilizada foi a 1.5.0 e a mais recente, publicada até a data de finalização desta pesquisa é 1.6.0, na qual foi acrescentado uma ferramenta para inserir esquadrias de janelas, elementos construtivos requisitados pela normativa e objeto de atenção do participante 4.

BIBLIOGRAFIA

- NBR 15220-1 Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2005).
- NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações. - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações., Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 1 (2005).
- NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social., Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005).
- Edificações habitacionais-Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas-SVVIE, Rio de Janeiro (2021). www.abnt.org.br
- NBR 15575-1 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais, 48 (2021).
- Albuquerque, M. A. (2006). Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto Arquitetônico. *Filosofia*, 197. <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes>
- Al-Qahtani, L. A. H., & Elgizawi, L. S. E. (2020). Building envelope and energy saving case study: A residential building in Al-Riyadh, Saudi Arabia. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 15(4), 555–564. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaa024>
- Amorim, A. C., & Carlo, J. C. (2017). Análise das propostas de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro: estudo de caso de Colatina, ES. *Ambiente Construído*, 17(1), 373–391. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100140>
- Baskerville, R. (2008). What design science is not. Em *European Journal of Information Systems* (Vol. 17, Número 5, p. 441–443). <https://doi.org/10.1057/ejis.2008.45>
- Batista, J., Peixoto, I., Cavalcante, K., & Medeiros de Lima, I. (2014). Desempenho térmico de habitação multifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em Maceió - AL. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 1, 409–418. <https://doi.org/10.17012/entac2014.246>
- Bavaresco, M. V., Cuchivague, H. Y. O., Schinazi, A., & Ghisi, E. (2021). Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura. *Ambiente Construído*, 21(1), 263–292. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100505>
- Bogo, A. J. (2016). Reflexões Críticas Quanto As Limitações Do Texto Das Normas Brasileiras De Desempenho Nbr 15220-3 E Nbr 15575. *HOLOS*, 7, 290. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.4389>
- Brigitte, G. T. N., & Ruschel, R. C. (2016). Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho: caracterização e processo. *Ambiente Construído*, 16(4), 9–26. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000400102>
- Broer, R., Simjanovic, J., & Toth, Z. (2022). *Implementing The Paris Agreement And Reducing Greenhouse Gas Emissions Throughout The Life Cycle Of Buildings: European Public Policies, Tools And Market Initiatives*. <https://www.gov.br/mme/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/eficiencia-energetica/implementando-o-acordo-de-paris-atraves-de-edificacoes-de-baixa-intensidade-energetica.pdf/view>
- Cabeza, L. F., Bai, Q., Bertoldi, P., Kihila, J. M., Lucena, A. F. P., Mata, É., Mirasgedis, S., Novikova, A., & Saheb, Y. (2022). Mitigation of Climate Change Climate Change 2022, Chapter 9: Buildings. Em J. M. P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A.

- Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz (Org.), *IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 170). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1109/TSG.2017.2673783>.Chapter
- Cabeza, L. F., & Chàfer, M. (2020). Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review. *Energy and Buildings*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110009>
- Cândido, S. de O. (2012, agosto 13). *arquitextos 147.02: Arquitetura Sustentável | vitruvius*. <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.147/4459>
- Carlos, J. S. (2017). The impact of thermal mass on cold and hot climate zones of Portugal. *Indoor and Built Environment*, 26(6), 733–743. <https://doi.org/10.1177/1420326X16635237>
- CB3E, & ABIVIDRO. (2015). *Catálogo de propriedades térmicas e óticas de vidros comercializados no Brasil*. 1–7. https://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/catalogo-propriedades-vidros-comercializados-brasil-13032015_v2.pdf
- NOTA TÉCNICA Nº 05/2011, 1 1 (2011). https://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Nota_Tecnica_05_ZonaBioclimaticaMaringa_20151029_0.pdf
- Cechinel, R. J., Hackenberg, A. M., & Tondo, G. H. (2016). Desempenho Térmico Em Habitações De Interesse Social Inseridas Na Cidade De Joinville E Recomendações Para Melhorias Dos Parâmetros Mínimos Construtivos 1. *Xvi Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído*, 661–681.
- Cianfrone, C., Roppel, P., & Hardock, D. (2016). Holistic approach to achieving low-energy, high-rise residential buildings. *Journal of Building Physics*, 39(6), 522–541. <https://doi.org/10.1177/1744259115623262>
- Climate.OneBuilding. (2022). *climate.onebuilding.org*. <https://climate.onebuilding.org/>
- Corbella, O., & Corner, V. (2011). *Manual de arquitetura bioclimática tropical*. Revan.
- Costa, L. M. da, Alvarez, C. E. de, & Martino, J. A. de. (2021). Proposta de método de projeto baseado no desempenho para edifícios energeticamente eficientes. *Ambiente Construído*, 21(2), 409–433. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200533>
- Cross, N. (2021). *Engineering design methods: strategies for product design* (5º ed). John Wiley & Sons Ltd.
- Davidson, S. (2022). *Grasshopper - algorithmic modeling for Rhino*. <https://www.grasshopper3d.com/>
- DEFuller, & AMcneil. (2022). *Radiance ´ Radsite*. <https://www.radiance-online.org/>
- DOE, U. S. D. of E., Building Technologies Office, & NREL, N. R. E. L. (2022). *EnergyPlus*. <https://energyplus.net/>
- DORNELLES, K. A. (2008). *Absortância Solar De Superfícies Opacas: Métodos De Determinação E Base De Dados Para Tintas Látex Acrílica E PVA* [Tese de doutorado, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS]. <https://doi.org/https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2008.429167>
- DORNELLES, K. A., CARAM, R. M., & SICHIERI, E. P. (2013). Absortância solar e desempenho térmico de tintas frias para uso no envelope construtivo. *XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC Brasília*, 55–64. <file:///C:/Users/guilh/Downloads/admin,+12212-39326-1-PB.pdf>

- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, 22(5), 425–437. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00009-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6)
- Fait, P., Král, P., Čech, J., & Linhart, V. (2020). Contribution to the evaluation of thermal insulation properties of a simple and a double window in a log building. *Drvna Industrija*, 71(3), 289–294. <https://doi.org/10.5552/drvind.2020.1915>
- Ferreira, C. C., Souza, H. A. de, & Assis, E. S. de. (2017). Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. *Ambiente Construído*, 17(1), 183–200. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100131>
- Ferreira, C. C., Souza, H. A. de, Assis, E. S. de, & Ferreira Camila Carvalho, S. H. A. de A. E. S. de. (2017). Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. *Ambiente Construído*, 17(1), 183–200. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100131>
- Foged, I. W. (2019). Thermal responsive performances of a Spanish balcony-based vernacular envelope. *Buildings*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/buildings9040080>
- Fonseca, L. P. G., Nunes, V. D. L., Santana, L. O., Carlo, J. C., & César Júnior, K. M. L. (2017). Otimização multiobjetivo das dimensões dos ambientes de uma residência unifamiliar baseada em simulação energética e estrutural. *Ambiente Construído*, 17(1), 267–288. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100135>
- Frómata, Y. G., Valero, L. R., & Rojo, J. C. (2019). Indoor temperature and relative humidity assessment of three construction systems for Dominican social housing in different micro-climates: A modelling study. *Indoor and Built Environment*, 28(5), 693–710. <https://doi.org/10.1177/1420326X18792968>
- Frota, A. B., & Schiffer, S. R. (2001). *Manual de Conforto Térmico* (5 ed.). Studio Nobel.
- Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. Em *Energy and Buildings* (Vol. 18).
- Givoni, B. (1994). Building Design Principles For Hot Humid Regions. Em *Renewable Energy* (Vol. 5).
- Gonçalves, J. C. S., & Duarte, D. H. S. (2006). Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. *Ambiente Construído*, 4, 51–81.
- Graphisoft. (2023). *Rhino - Grasshopper - Archicad Toolset - Graphisoft*. <https://graphisoft.com/downloads/addons/interoperability/rhino>
- Heumann, A., Syp, M., Holland, N., & Ringley, B. (2021, abril 20). *HUMAN UI*. <https://www.food4rhino.com/en/app/human-ui>
- INMETRO. (2013). Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros. *Anexo Da Portaria Inmetro Nº 50/ 2013*, 134. https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/AnexoV_CatalogoPropriedadesTermicas%20v27NOV2017.pdf
- Keeler, M., & Burke, B. (2010). *Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis* (2º ed). Bookman Editora.
- Kowaltowski, D. C. C. K., Celani, M. G. C., Moreira, D. de C., Pina, S. A. M. G., Ruschel, R. C., Silva, V. G. da, Labaki, L. C., & Petreche, J. R. D. (2006). Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico: A reflection on architectural design methodologies. *Ambiente Construído*, 2, 7–19.
- labEEE, L. de E. E. em E. (2022). *Arquivos climáticos INMET 2018*. <https://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2018>

- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: A research method to production engineering. *Gestão & Produção*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Ladybug Tools. (2022). *Ladybug Tools | Home Page*. <https://www.ladybug.tools/>
- Lamberts, R., Dutra, L., & Pereira, F. O. R. (2014). *Eficiência Energética na Arquitetura* (3^o ed). ELETROBRAS/PROCEL. https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf
- Lawson, B. (2005). How designers think. Em *Design Studies* (4^o ed, Número 1). Architectural Press. [https://doi.org/10.1016/0142-694x\(81\)90033-8](https://doi.org/10.1016/0142-694x(81)90033-8)
- Linczuk, V. C. C., & Bastos, L. E. G. (2020). Otimização multiobjetivo orientada ao desempenho térmico para o projeto de edificações de baixo consumo de energia na Região Sul do Brasil. *Ambiente Construído*, 20(4), 509–529. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000400485>
- Lukiantchuki, M. A., Prata-Shimomura, A. R., Silva, F. M. da, & Caram, R. M. (2018). Influência do número de sheds e da distância horizontal entre eles no desempenho da ventilação natural. *Ambiente Construído*, 18(2), 161–176. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000200248>
- Mackey, C. (2023). *Ladybug Tools for Grasshopper 10-Year Anniversary Release (1.6.0) - announcements / releases - Ladybug Tools | Forum*. 13/1. <https://discourse.ladybug.tools/t/ladybug-tools-for-grasshopper-10-year-anniversary-release-1-6-0/20598>
- Mascaró, J. L. (1985). *O custo das decisões arquitetônicas*. Nobel São Paulo.
- Matheus, C., Caetano, F. D. N., Morelli, D. D. de O., & Labaki, L. C. (2016). Desempenho térmico de envoltórias vegetadas em edificações no sudeste brasileiro. *Ambiente Construído*, 16(1), 71–81. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100061>
- Moneo, R. (2008). *Inquietação teórica e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos* (1^o ed). Cosac Naify.
- Moreno, A. C. R., Morais, I. S. De, & Souza, R. G. De. (2017). Thermal Performance of Social Housing-A Study Based on Brazilian Regulations. *Energy Procedia*, 111(September 2016), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.013>
- Nico-Rodrigues, E. A., Alvarez, C. E. de, Santo, A. D., & Piderit, M. B. (2015). Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES TT - When windows define the condition of thermal performance in naturally ventilated environment. *Ambiente Construído*, 15(2), 7–23. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212015000200011>
- NREL, ANL, LBNL, ORNL, & PNNL. (2022). *OpenStudio*. <https://openstudio.net/>
- Pereira, C. D., & Ghisi, E. (2011). The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses. *Energy and Buildings*, 43(12), 3391–3399. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.001>
- Projeteee. (2022a). *Inércia Térmica Para Aquecimento*. <http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/inercia-termica-para-aquecimento/>
- Projeteee. (2022b). *Sombreamento*. <http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/sombreamento/>
- Projeteee. (2022c). *Ventilação Natural*. <http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/ventilacao-natural/>
- PROJETEEE, UFSC, & PROCEL/ Eletrobrás. (2022). *PROJETEEE. Projetando Edificações Energeticamente Eficientes*. Universidade Federal de Santa

- Catarina - UFSC. <http://projeteeee.mma.gov.br/>
- Rais, M., Boumerzoug, A., & Baranyai, B. (2021). Energy performance diagnosis for the residential building façade in Algeria. *Pollack Periodica*, 16(2), 136–142. <https://doi.org/10.1556/606.2020.00204>
- RIBA. (2020). *RIBA Plan of Work 2020*. <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-plan-of-work>
- Robert McNeel & Associates. (2023). Rhinoceros 3D. Em *Robert McNeel & Associates, Seattle, WA*. <https://www.rhino3d.com/>
- Rodrigues, C. O. de M., & Pedrini, A. (2017). Integração da simulação termoenergética nas primeiras fases do processo projetual: o estudo de seis casos. *Ambiente Construído*, 17(1), 245–266. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100134>
- Romero, M. A. B. (2013). *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. SciELO-Editora UnB.
- Roque, E., Vicente, R., Almeida, R. M. S. F., & Ferreira, V. M. (2021). Energy consumption in intermittently heated residential buildings: Light Steel Framing vs hollow brick masonry constructive system. *Journal of Building Engineering*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103024>
- Roriz, M. (2012, janeiro). Uma Proposta De Revisão Do Zoneamento Bioclimático Brasileiro. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC)*.
- Roriz, M. (2014, março). Classificação De Climas Do Brasil-Versão 3.0. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC)*. <http://berkeleyearth.org/data>
- Roudsari, M. S., Pak, M., Smith, A., & Gordon Gill Architecture. (2013). Ladybug: a Parametric Environmental Plugin for Grasshopper To Help Designers Create an Environmentally-Conscious Design. *13th Conference of International Building Performance Simulation Association*, 3129–3135. http://www.ibpsa.org/proceedings/bs2013/p_2499.pdf
- Santos, T. L. dos, Porto, F. H. F. dos S., & Silva, A. S. (2020). Análise da correlação entre conforto e desempenho térmico em habitações de interesse social por simulação computacional. *Ambiente Construído*, 20(2), 211–229. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200396>
- Schumacher, P. (2008). *Parametricism as Style - Parametricist Manifesto*. 11th Architecture Biennale, Venice. [https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism as Style.htm](https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm)
- SciELO. (2019). *SciELO-modelo de publicação eletrônica para países em desenvolvimento*.
- Scopus. (2021). *What is Scopus Preview? - Scopus: Access and use Support Center*. https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15534/supporthub/scopus/#tips
- Silva, A. S., Almeida, L. S. S., & Ghisi, E. (2017). Análise de incertezas físicas em simulação computacional de edificações residenciais. *Ambiente Construído*, 17(1), 289–303. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100136>
- Soares, M. M., & Silva, A. C. S. B. da. (2017). Análise e compatibilização dos métodos simplificado e por simulação da NBR 15575: zona bioclimática 2. *Ambiente Construído*, 17(1), 305–327. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100137>
- Souza, L. P. de. (2020). *Avaliação do potencial de inserção de simulações termoenergéticas em fases iniciais de projeto: proposta de método de ensino e estudo de caso* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Catarina.

- Triana, M. A., Lamberts, R., & Sassi, P. (2015). Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. *Energy Policy*, 87(Dezembro 2014), 524–541. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.041>
- Vaishnavi, V. K., & Kuechler Jr, W. (2008). Design Science Research Methods and Patterns: Innovating Information and Communication Technology. Em *Taylor & Francis Group*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Walsh, A., Cóstola, D., & Labaki, L. (2023). *Proposta de zoneamento climático brasileiro para edificações residenciais* (1º ed).
- Weber, F. da S., Melo, A. P., Marinoski, D. L., Guths, S., & Lamberts, R. (2017). *Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus*. https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/Biblioteca_ComponentesConstrutivos_0.pdf

APÊNDICES

APÊNDICE A

Projeto De Pesquisa Enviado À Plataforma Brasil

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO – PPU- UEL/UEM

Título Público da Pesquisa: Ferramenta digital para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais nas fases iniciais de projeto

Título Principal da Pesquisa: Ferramenta digital para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais nas fases iniciais de projeto

Pesquisador responsável: Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki

Orientadora: Dr^a Ercilia Hitomi Hirota

Coorientadora: Dr^a Camila Atem (PPGECiv)

RESUMO:

O desempenho térmico das habitações é um requisito importante para qualidade da habitação e impacta diretamente no consumo energético da edificação e na qualidade de vida. Do ponto de vista do projetista, o tema é complexo devido às diversas variáveis a serem consideradas, desde as variáveis climáticas até as construtivas, e tem pouca previsibilidade, tornando a tomada de decisão imprecisa. Segundo a NBR 15575:2021 (ABNT), são avaliadas variáveis construtivas de telhado, paredes e janelas para determinar desempenho mínimo da edificação considerando a sua zona bioclimática (ZB) pelo método prescritivo, apontando a importância que a envoltória da edificação tem. A simulação energética por meios computacionais permite dar previsibilidade a esse processo, como visto no método por simulação da mesma NBR. Entretanto, não é possível utilizar a simulação nas fases iniciais do projeto, onde há mais incertezas. Portanto, vê-se a necessidade de desenvolver ferramentas que possam auxiliar o projetista na etapa de concepção do projeto.

INTRODUÇÃO:

As mudanças climáticas vêm aumentando a temperatura do nosso planeta e impactando diretamente na vida humana, sendo inequívoca sua influência no aumento da frequência de desastres naturais e alteração nos padrões de secas e chuvas. Destaca-se que parte desse aquecimento é causado pelos gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄). (MASSON-DELMOTTE et al., 2021)

Globalmente, o ambiente construído representa 38% das emissões do dióxido de carbono, sendo parte deste decorrente de aquecimento e geração de eletricidade. Logo a melhoria da eficiência energética das edificações tem alto potencial para mitigação da crise climática via a descarbonização e redução do consumo energético (BROER; SIMJANOVIC; TOTH, 2022;).

No Brasil o desempenho de habitações ganhou destaque pela introdução da obrigatoriedade do atendimento da norma ABNT NBR 15575 (ABNT), publicada em 2008 e atualizada em 2013 (MEREZ et al., 2015) e 2021. A NBR 15575:2021 (ABNT) apresenta um capítulo focado no desempenho térmico no qual determina valores prescritivos mínimos a serem cumpridos para paredes e cobertura, métodos para verificação e classificando a edificação em 5 níveis, do menos eficiente (E) até o mais eficiente (A). Outro ponto para avaliação é a origem da energia consumida.

O desempenho térmico é um assunto complexo, pois envolve muitas variáveis e sujeito a fenômenos de pouca previsibilidade o que prejudica a confiabilidade das decisões tomadas. Mesmo diante desses obstáculos, o projetista precisa tomar decisões que impactam no desempenho da edificação desde as etapas iniciais de concepção da edificação, seja baseado em dados levantados ou por prescrições construtivas recomendadas ou de norma. Kohler e Moffatt (2003) reforçam a ideia de que as decisões projetivas terão impacto direto no desempenho das habitações e mostram que as decisões tomadas nos momentos iniciais são menos onerosas e permitem correções também com custos reduzidos quando comparados as fases seguintes do processo de projeto.

Lamberts et al. (2014) criticam a tomada de decisões que afetam desempenho térmico da edificação em etapas tardias do processo de projeto, pois acreditam que decisões adequadas tomadas em etapas iniciais, como estudo de viabilidade do projeto, reduzem retrabalho e conduzem a melhores resultados na concepção de projeto de arquitetura bioclimática, utilizando estratégias naturais e integrando-as com estratégias artificiais sempre que possível. Isso só é possível a partir da compreensão da bioclimatologia, que estuda os fenômenos biológicos, humanos e climáticos e aplica ao ambiente construído, para ter um “Partido Bioclimático” norteando as decisões projetivas. Portanto, é possível tomar melhores decisões nas fases iniciais para promover melhoria no desempenho e conforto dos usuários a partir do estudo e conhecimento do projetista sobre o desempenho das habitações. (ALBUQUERQUE, 2006; CORBELLA; CORNER, 2017; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; RODRIGUES; P(ALBUQUERQUE, 2(ALBUQUERQUE, 2006; ROUDSARI *et al.*, 2013; SOUZA, 2020) 2006; ROUDSARI et al., 2013; SOUZA, 2020) propõem que os projetistas utilizem ferramentas visuais e digitais para auxiliar nesse processo. Os softwares Rhinocero e Grasshopper são uma dessas possibilidades sendo um conjunto de ferramentas que realizam desde a modelagem, simulação e visualização em um único ambiente de trabalho. No entanto, foram encontrados poucos estudos que utilizem essas ferramentas

digitais na etapa de concepção do projeto, na qual há escassez de informações para tomada de decisão. Desta lacuna derivam os elementos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa: a questão de pesquisa, hipótese, objetivos e estratégia de pesquisa.

QUESTÃO DE PESQUISA:

Como utilizar o design digital, nas fases iniciais do projeto, para beneficiar o desempenho térmico de edificações?

QUESTÃO INTERMEDIÁRIA:

Como e em que momento do processo de projeto o profissional considera o desempenho térmico para tomada de decisões?

HIPÓTESE:

A visualização, nos momentos iniciais do processo de projeto, de variáveis indica desempenho térmico, proporcionada por ferramentas computacionais, auxilia na tomada de decisão sobre de paredes e janelas de edifício residenciais.

O foco em geometria e vedações externas se justifica por servirem como interface entre o interior e exterior (Corbella & Corner, 2011) e por impactarem significativamente no desempenho final da edificação.

Objetivo PRIMÁRIO:

Desenvolver um artefato digital para auxiliar na tomada de decisão sobre geometria e vedações externas, considerando o desempenho térmico de edifícios residenciais em etapas iniciais do processo de projeto.

Objetivo SECUNDÁRIO:

Identificar quando os projetistas tomam decisões sobre o desempenho térmico das vedações externas de edifícios residenciais.

Método da PESQUISA

A estratégia metodológica adotada é o Design Science Research (VAISHNAVI; KUECHLER JR, 2008), tendo em vista seu caráter prescritivo e sua origem na identificação de um problema real, inerente à atividade profissional de projetistas de arquitetura, e que requer soluções obtidas a partir de uma melhor compreensão desse problema.

O Design Science Research é desenvolvido em 4 etapas:

Aproximação ao tema e problematização: objetiva identificar e delimitar o problema de pesquisa e compreensão do fenômeno a partir de revisão sistemática de literatura sobre desempenho térmico de edificações e ferramentas digitais, e complementada com entrevistas realizadas com projetistas para compreender como e quando os projetistas decidem sobre geometria e vedações externas. Além disso a entrevista visa identificar necessidades e dificuldades dos projetistas, buscando identificar requisitos para o artefato a ser desenvolvido. as conclusões decorrentes da problematização, serão sistematizadas na forma de diretrizes para formulação do artefato;

Desenvolvimento: elaboração de uma proposta de solução para o problema (um artefato), utilizando ferramentas e soluções da área de design digital e os requisitos obtidos na fase anterior. Neste caso o artefato consistirá em um modelo digital que permita visualização de desempenho térmico do edifício, em etapa de concepção do projeto e que propicie tomada de decisão sobre geometria e componentes e elementos construtivos das vedações externas que favoreçam a melhoria do desempenho térmico do edifício na etapa de uso.

Instanciação: verificação da utilidade e usabilidade do artefato. Nesta etapa os projetistas entrevistados na fase anterior serão novamente consultados. Primeiramente será apresentado o artefato desenvolvido e, caso haja interesse e condições, os entrevistados poderão testar o modelo. Em seguida o profissional será entrevistado para registro de suas impressões e críticas sobre o artefato. Após esta etapa o artefato será revisto e aprimorado.

Conclusão: análise retrospectiva do processo de desenvolvimento, buscando identificar os fundamentos que proporcionaram os resultados obtidos.

DESENHO DA COLETA DE DADOS:

População-alvo: profissionais projetistas de edifícios residenciais de Maringá, Londrina e região.

Número de entrevistados: O número estimado de entrevistados é de 5 projetistas de diferentes escritórios os quais devem participar das duas fases (problematização e avaliação do artefato). Serão selecionados de acordo com a experiência no desenvolvimento de projetos de edifícios residenciais e a disposição em colaborar com a pesquisa nas duas etapas.

Recrutamento: Os profissionais serão selecionados com uso dos buscadores de internet por escritórios de arquitetura e ou engenharia civil que tenham em seu portfólio edifícios residenciais. Serão convidados individualmente, por meio de correio eletrônico, ligações telefônicas ou visitas aos escritórios.

Critério de Inclusão: Serão entrevistados profissionais projetistas, engenheiros e arquitetos, mais de 5 anos de atuação no mercado. Estes profissionais devem ter realizados projetos de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos na região das cidades de Londrina e Maringá.

Critério de Exclusão: Serão excluídos profissionais que demonstrem não terem conhecimentos básicos de desempenho térmico de edificações, que não autorizem gravação em áudio das entrevistas ou que não se disponham a serem entrevistados nas duas etapas (problematização e instanciação).

TCLE: Após primeiro contato, será agendada uma reunião, presencial ou por meio digital, na qual o profissional será informado sobre o objetivo da pesquisa e as normas do Comitê de Ética em Pesquisa, e tomará conhecimento do TCLE. No caso de reunião presencial, diante da concordância, o profissional assinará o documento em duas vias, retendo uma delas e entregando uma delas para o pesquisador. Caso a reunião seja realizada por meio digital, o TCLE será enviado por e-mail ou WhatsApp ao entrevistado, e apresentado com compartilhamento de tela. Havendo concordância, o entrevistado deverá encaminhar o TCLE assinado por e-mail ou WhatsApp. Sendo possível o consentimento será gravado em áudio a partir da voz do participante por meio da meio digital. Todos os TCLES se encontram nos Anexos I a IV.

Local: Preferencialmente no ambiente de trabalho do projetista, sendo tomadas as medidas sanitárias vigentes devido a pandemia de COVID. Em caso de preferência do entrevistado, a entrevista poderá ser realizada de forma remota, com uso de vídeo chamada na plataforma Google Meet, sendo o convite enviado pelo pesquisador.

Forma de coleta das informações: serão realizadas entrevistas semiestruturadas nas etapas 1 e 3 do método, necessariamente gravadas em áudio, no caso das entrevistas presenciais, e em áudio e vídeo naquelas realizadas com uso de vídeo chamada, mediante autorização do entrevistado. O objetivo dessas gravações é dar agilidade às entrevistas, para ocupar o menor tempo possível do entrevistado, e evitar perda de informações. Foram elaborados roteiros para entrevistas semiestruturadas apresentados nos anexos V a VIII.

RISCOS

Quanto aos riscos, é avaliado como risco mínimo, na medida em que as entrevistas serão realizadas em ambiente habitual de trabalho, podendo, eventualmente haver alguma fadiga devido à extensão da duração da entrevista. Para evitar tal ocorrência, foi elaborado um roteiro de perguntas e haverá gravação da entrevista em áudio para agilizar o registro e evitar perda de informações. Em outras dimensões, foram considerados os riscos psicológicos ao questionar sobre sua atividade profissional, podendo haver eventual constrangimento acerca de seu conhecimento sobre o tema específico. Caso isso aconteça, o entrevistado poderá solicitar interrupção da entrevista. Os riscos quanto à

propriedade intelectual, na exposição de alguma característica que implique vantagem competitiva ou direito autoral, podem ser evitados com restrições a critério do entrevistado e a qualquer momento. Riscos morais e sociais, caso alguma pessoa, cliente ou prestador de serviço venha a considerar inadequada a sua participação ou a descoberta de sua participação venha a te prejudicar economicamente, pessoalmente ou socialmente. Ressalta-se que não haverá identificação do entrevistado, local ou de projetos eventualmente apresentados para ilustrar a entrevista os registros da pesquisa. Os dados de áudio serão armazenados em um único computador e em arquivo de segurança compactado e protegido com senha em outro equipamento sem o uso de armazenamento remoto ou nuvem.

BENEFÍCIOS

Os benefícios diretos e indiretos são a contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa propiciar decisões em projeto que favoreçam o desempenho térmico de edificações e a possibilidade de atualização de seu conhecimento sobre o tema.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados coletados na etapa de problematização será feita por triangulação, considerando síntese da revisão bibliográfica, percepção do pesquisador/entrevistador e análises das orientadoras do conjunto de respostas obtidas nas entrevistas.

Na etapa de Instanciação, serão avaliadas a utilidade e a usabilidade do artefato, considerando respostas individuais nas duas entrevistas. Da mesma forma, haverá triangulação das análises do pesquisador, das orientadoras e de pesquisador experiente na área de design digital a ser definido após a produção do artefato.

RESULTADOS ESPERADOS E CONTRIBUIÇÕES

A revisão da literatura conduzida até o momento aponta a necessidade de instrumentalizar projetistas no desenvolvimento de projetos de edificações, no sentido de propiciar decisões que promovam melhorias no desempenho térmico, já que falhas nessas decisões incorrem em maior consumo de energia ao longo da vida útil da edificação (ALBUQUERQUE, 2006; CORBELLA; CORNER, 2017; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; RODRIGUES; PEDRINI, 2017; ROMERO, 2013; SOUZA, 2020). Os resultados desta pesquisa devem contribuir, portanto, para a lacuna de conhecimento identificada, também na literatura, qual seja a inexistência de instrumentos que auxiliem efetivamente a tomada de decisões acerca do desempenho térmico, na etapa de concepção de projetos.

Além disso, o próprio desenvolvimento da pesquisa vai propiciar, ao pesquisador, um aprendizado sobre a prática da gestão de requisitos no desenvolvimento de projetos de edifícios residenciais, considerada complexa, diante dos inúmeros aspectos envolvidos.

Por consistir em pesquisa vinculada ao desenvolvimento de dissertação de mestrado, outro resultado será a publicação e disseminação de seus resultados no âmbito acadêmico e profissional, proporcionando visibilidade ao pesquisador, ao Programa de Pós-Graduação e à instituição.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

	2022							2023		
	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Análise do CEP										
Entrevistas da etapa de Problematização										
Análise de resultados										
Diretrizes para desenvolvimento do artefato										
Desenvolvimento do artefato										
Instanciação										
Análise de resultados										
Conclusões										
Redação do trabalho										
Exame de Qualificação										
Desfesa da dissertação										

ORÇAMENTO E FINANCIAMENTO

As despesas para desenvolvimento da pesquisa se restringem ao deslocamento do pesquisador e material para coleta e armazenamento das informações. Esses custos serão cobertos por recursos próprios do pesquisador e orientadora principal.

Discriminação	Tipo	Valor em Reais (R\$)
Deslocamento do pesquisador (combustível)	Custeio	R\$ 900,00
Material impresso	Custeio	R\$ 200,00
Material de escritório para arquivo	Custeio	R\$ 50,00
Alimentação	Custeio	R\$ 300,00
Disco Rígido para pesquisa	Capital	R\$ 600,00
Total		R\$ 2.050,00

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais Brasil: [s. n.], 2021. p. 48.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16636-2:2017 Elaboração desenvolvimento projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico [S. l.: s. n.], 2017. p. 17.

ALBUQUERQUE, Maciel Alexandra. Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto Arquitetônico. Filosofia, [s. l.], p. 197, 2006. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes>

BROER, Rutger; SIMJANOVIC, Jelena; TOTH, Zsolt. IMPLEMENTING THE PARIS AGREEMENT AND REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS THROUGHOUT THE LIFE CYCLE OF BUILDINGS: EUROPEAN PUBLIC POLICIES, TOOLS AND MARKET INITIATIVES. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/eficiencia-energetica/implementando-o-acordo-de-paris-atraves-de-edificacoes-de-baixa-intensidade-energetica.pdf/view>. Acesso em: 26 jan. 2022.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane. Manual de arquitetura bioclimática tropical. Rio de Janeiro: Revan, 2017.

COSTA, Lucas Martinez da; ALVAREZ, Cristina Engel de; MARTINO, Jarryer Andrade de. Proposta de método de projeto baseado no desempenho para edifícios energeticamente eficientes. Ambiente Construído, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 409–433, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200533>

KOHLER, Niklaus; MOFFATT, Sebastian. Life-cycle analysis of the built environment. Industry and environment, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 17–21, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279711810_Life-cycle_analysis_of_the_built_environment. Acesso em: 5 jun. 2020.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico: A reflection on architectural design methodologies. Ambiente Construído, [s. l.], n. 2, p. 7–19, 2006.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. E-book.

MASCARÓ, Juan Luis. O custo das decisões arquitetônicas. [S. l.]: Nobel São Paulo, 1985.

MASSON-DELMOTTE, Valérie et al. Summary for Policymakers. In: CLIMATE CHANGE 2021 THE PHYSICAL SCIENCE BASIS. [S. l.: s. n.], 2021. p. 10. E-book.

MEREB, Márcia Pellegrini et al. Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575. São Paulo: ASBEA, [s. l.], p. 56, 2015.

RODRIGUES, Clara Ovídio de Medeiros; PEDRINI, Aldomar. Integração da simulação termoenergética nas primeiras fases do processo projetual: o estudo de seis casos. *Ambiente Construído*, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 245–266, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100134>

ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. [S. l.]: SciELO-Editora UnB, 2013.

SOUZA, Larissa Pereira de. *Avaliação do potencial de inserção de simulações termo-energéticas em fases iniciais de projeto: proposta de método de ensino e estudo de caso*. 2020. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2020.

APÊNDICE B
TCLE – Etapa De Problematização Presencial
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Etapa De Problematização

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaria de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “**Ferramenta digital para as fases iniciais de projeto para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais**”, orientada pelo Professora Doutora Ercília Hitomi Hirota, e que prevê o levantamento de informações junto a profissionais projetistas de edifícios residenciais de Londrina, Maringá e região.

Justifico a necessidade dessa pesquisa a partir da dificuldade encontrada pelos profissionais em tomar decisões sobre desempenho térmico de paredes e janelas devido à complexidade e variabilidade do fenômeno. Atualmente existem ferramentas digitais para simular e obter resultados mais precisos, porém de uso complexo para muitos profissionais. Acredita-se que ferramentas digitais simplificadas podem auxiliar a tomada de decisão na etapa de concepção da edificação e reduzir o retrabalho nas fases posteriores do processo de projeto.

O **objetivo** da pesquisa é desenvolver um artefato para apoiar tomada de decisões sobre geometria e vedações externas em etapas iniciais do processo de projeto. Para isso, o estudo contempla duas fases: levantamento dos requisitos dos usuários do artefato e avaliação do artefato desenvolvido, ambas focadas em profissionais projetistas de edifícios. Na fase de levantamento de requisitos, a que se refere esse Termo de Consentimento, será realizada entrevista semiestruturada sobre sua atuação como projetista, seu processo de projeto de edifícios residenciais e conhecimentos sobre desempenho térmico, com duração estimada de uma hora. A entrevista será realizada preferencialmente no seu ambiente de trabalho e vou solicitar a sua permissão para a gravação de áudio e vídeo, se possível, para evitar perda de informação e garantir agilidade na entrevista.

Esclareço que sua **participação** é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, responder alguma pergunta, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou a pesquisa. Peço que aponte dúvidas antes de consentir este documento. Além disso, você terá acesso aos resultados da pesquisa.

Esclareço que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os dados de áudio serão armazenados em um único computador e em arquivo de segurança compactado e protegido com senha em outro equipamento sem o uso de armazenamento remoto ou nuvem. O armazenamento é necessário para revisões caso necessário, e sua destruição será realizada após o término da pesquisa.

Esclareço que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garanto, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os **benefícios** diretos e indiretos são a contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa propiciar decisões em projeto que favoreçam o desempenho térmico de edificações e a possibilidade de atualização de seu conhecimento sobre os temas de processo projetivo e eficiência térmica e energética.

Quanto aos **riscos**, é avaliado como risco mínimo, na medida em que as entrevistas serão realizadas em ambiente habitual de trabalho, podendo, eventualmente haver alguma fadiga devido à

extensão da duração da entrevista. Em outras dimensões, foram considerados os riscos psicológicos ao questionar sobre sua atividade profissional, podendo haver eventual constrangimento acerca de seu conhecimento sobre o tema específico. Os riscos quanto à propriedade intelectual, na exposição de alguma característica que implique vantagem competitiva ou direito autoral, podem ser evitados com restrições a critério do entrevistado e a qualquer momento. Riscos morais e sociais, caso alguma pessoa, cliente ou prestador de serviço venha a considerar inadequada a sua participação ou a descoberta de sua participação venha a te prejudicar economicamente, pessoalmente ou socialmente. Para evitar que essas ocorrências, sua identidade, local de trabalho ou de projetos eventualmente apresentados para ilustrar a entrevista serão mantidos em sigilo.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar (Horário comercial): Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki, Telefone celular: (44) 999-980-188, e-mail: guilherme.yuki@uel.com. Ou ainda procurar o: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (CEP-UEL). Este é um colegiado de avaliação de projetos de pesquisa criado para atender as resoluções do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde que normatiza as pesquisas envolvendo seres humanos seguindo uma tendência mundial de defesa aos participantes de pesquisa. Ele está situado junto ao prédio do LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Ou ainda no site da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, no site www.conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep ou a Plataforma Brasil no site www.plataformabrasil.saude.gov.br ou e-mail: plataformabrasil@saude.gov.br.

Considerando o exposto acima, peço que expresse o seu consentimento sobre a gravação de seu áudio e vídeo exclusivamente para esta pesquisa:

- () Permito a gravação em áudio para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- () Permito a gravação do áudio e vídeo para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- () Não permito a gravação de áudio e ou vídeo.

Este documento contém duas vias, sendo uma delas do participante e a outra do pesquisador.

Assinatura do Participante

Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki

APÊNDICE C

TCLE – Etapa De Problematização Em Meio Digital

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Etapa De Problematização Em Meio digital

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaria de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “**Ferramenta digital para as fases iniciais de projeto para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais**”, orientada pelo Professora Doutora Ercília Hitomi Hirota, e que prevê o levantamento de informações junto a profissionais projetistas de edifícios residenciais de Londrina, Maringá e região.

Justifico a necessidade dessa pesquisa a partir da dificuldade encontrada pelos profissionais em tomar decisões sobre desempenho térmico de paredes e janelas devido à complexidade e variabilidade do fenômeno. Atualmente existem ferramentas digitais para simular e obter resultados mais precisos, porém de uso complexo para muitos profissionais. Acredita-se que ferramentas digitais simplificadas podem auxiliar a tomada de decisão na etapa de concepção da edificação e reduzir o retrabalho nas fases posteriores do processo de projeto.

O **objetivo** da pesquisa é desenvolver um artefato para apoiar tomada de decisões sobre geometria e vedações externas em etapas iniciais do processo de projeto. Para isso, o estudo contempla duas fases: levantamento dos requisitos dos usuários do artefato e avaliação do artefato desenvolvido, ambas focadas em profissionais projetistas de edifícios. Na fase de levantamento de requisitos, a que se refere esse Termo de Consentimento, será realizada entrevista semiestruturada sobre sua atuação como projetista, seu processo de projeto de edifícios residenciais e conhecimentos sobre desempenho térmico, com duração estimada de uma hora. A entrevista será realizada preferencialmente no seu ambiente de trabalho, podendo ser realizada em meio digital e vou solicitar a sua permissão para a gravação de áudio e vídeo, se possível, para evitar perda de informação e garantir agilidade na entrevista.

Esclareço que sua **participação** é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, responder alguma pergunta, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou a pesquisa. Peço que aponte dúvidas antes de consentir este documento. Além disso, você terá acesso aos resultados da pesquisa.

Esclareço que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os dados de áudio serão armazenados em um único computador e em arquivo de segurança compactado e protegido com senha em outro equipamento sem o uso de armazenamento remoto ou nuvem. O armazenamento é necessário para revisões caso necessário, e sua destruição será realizada após o término da pesquisa.

Esclareço que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garanto, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os **benefícios** diretos e indiretos são a contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa propiciar decisões em projeto que favoreçam o desempenho térmico de edificações e a possibilidade de atualização de seu conhecimento sobre os temas de processo projetivo e eficiência térmica e energética.

Quanto aos **riscos**, é avaliado como risco mínimo, na medida em que as entrevistas serão realizadas em ambiente habitual de trabalho, podendo, eventualmente haver alguma fadiga devido à extensão da duração da entrevista. Em outras dimensões, foram considerados os riscos psicológicos ao questionar sobre sua atividade profissional, podendo haver eventual constrangimento acerca de seu conhecimento sobre o tema específico. Os riscos quanto à propriedade intelectual, na exposição de alguma característica que implique vantagem competitiva ou direito autoral, podem ser evitados com restrições a critério do entrevistado e a qualquer momento. Riscos morais e sociais, caso alguma pessoa, cliente ou prestador de serviço venha a considerar inadequada a sua participação ou a descoberta de sua participação venha a te prejudicar economicamente, pessoalmente ou socialmente. Para evitar que essas ocorrências, sua identidade, local de trabalho ou de projetos eventualmente apresentados para ilustrar a entrevista serão mantidos em sigilo.

Além disso, existem os riscos devidos aos meios virtuais como: vazamento dos dados e dos meios virtuais, uma vez que as entrevistas sejam conduzidas de forma remota, há os riscos inerentes à forma de contato via vídeo chamada, que são: possível acesso de participantes externos, vazamento de informações sigilosas e exposição dos dados. Caso tenhamos alguma intervenção com a vídeo chamada, peço que pare de responder e saia da conversa.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar (Horário comercial): Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki, Telefone celular: (44) 999-980-188, e-mail: guilherme.yuki@uel.com. Ou ainda procurar o: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (CEP-UEL). Este é um colegiado de avaliação de projetos de pesquisa criado para atender as resoluções do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde que normatiza as pesquisas envolvendo seres humanos seguindo uma tendência mundial de defesa aos participantes de pesquisa. Ele está situado junto ao prédio do LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Ou ainda no site da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, no site www.conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep ou a Plataforma Brasil no site www.plataformabrasil.saude.gov.br ou e-mail: plataformabrasil@saude.gov.br.

Considerando o exposto acima, peço que expresse o seu consentimento sobre a gravação de seu áudio e vídeo exclusivamente para esta pesquisa:

- Permite a gravação em áudio para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- Permite a gravação do áudio e vídeo para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- Não permito a gravação de áudio e ou vídeo.

Este documento contém duas vias, sendo uma delas do participante e a outra do pesquisador.

Assinatura do Participante

Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki

APÊNDICE D
TCLE – Etapa De Instanciação Presencial
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Etapa de Instanciação

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaria de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “Ferramenta digital para as fases iniciais de projeto para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais”, orientada pelo Professora Doutora Ercília Hitomi Hirota, e que prevê o levantamento de informações junto a profissionais projetistas de edifícios residenciais de Londrina, Maringá e região.

Justifico a necessidade dessa pesquisa a partir da dificuldade encontrada pelos profissionais em tomar decisões sobre desempenho térmico de paredes e janelas devido à complexidade e variabilidade do fenômeno. Atualmente existem ferramentas digitais para simular e obter resultados mais precisos, porém de uso complexo para muitos profissionais. Acredita-se que ferramentas digitais simplificadas podem auxiliar a tomada de decisão na etapa de concepção da edificação e reduzir o retrabalho nas fases posteriores do processo de projeto.

O **objetivo** da pesquisa é desenvolver um artefato para apoiar tomada de decisões sobre geometria e vedações externas em etapas iniciais do processo de projeto. Para isso, o estudo contempla duas fases: levantamento dos requisitos dos usuários do artefato e avaliação do artefato desenvolvido, ambas focadas em profissionais projetistas de edifícios. Na fase de avaliação, a que se refere esse Termo de Consentimento, será realizada uma apresentação de um programa de computador desenvolvido por mim, em seguida você fará uma avaliação livre seguida de uma entrevista com duração estimada de uma hora. Toda a atividade será realizada preferencialmente no ambiente de trabalho do projetista e vou solicitar a sua permissão para a gravação de áudio e vídeo, se possível, para evitar perda de informação e garantir agilidade na entrevista.

Esclareço que sua **participação** é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, responder alguma pergunta, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou a pesquisa. Peço que aponte dúvidas antes de consentir este documento. Além disso, você terá acesso aos resultados da pesquisa.

Esclareço que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os dados de áudio serão armazenados em um único computador e em arquivo de segurança compactado e protegido com senha em outro equipamento sem o uso de armazenamento remoto ou nuvem. O armazenamento é necessário para revisões caso necessário, e sua destruição será realizada após o término da pesquisa.

Esclareço que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garanto, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os **benefícios diretos e indiretos** são a contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa propiciar decisões em projeto que favoreçam o desempenho térmico de edificações e a possibilidade de atualização de seu conhecimento sobre os temas de processo projetivo e eficiência térmica e energética.

Quanto aos **riscos**, é avaliado como risco mínimo, na medida em que as entrevistas serão realizadas em ambiente habitual de trabalho, podendo, eventualmente haver alguma fadiga devido à

extensão da duração da entrevista. Em outras dimensões, foram considerados os riscos psicológicos ao questionar sobre sua atividade profissional, podendo haver eventual constrangimento acerca de seu conhecimento sobre o tema específico. Os riscos quanto à propriedade intelectual, na exposição de alguma característica que implique vantagem competitiva ou direito autoral, podem ser evitados com restrições a critério do entrevistado e a qualquer momento. Riscos morais e sociais, caso alguma pessoa, cliente ou prestador de serviço venha a considerar inadequada a sua participação ou a descoberta de sua participação venha a te prejudicar economicamente, pessoalmente ou socialmente. Para evitar que essas ocorrências, sua identidade, local de trabalho ou de projetos eventualmente apresentados para ilustrar a entrevista serão mantidos em sigilo.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar (Horário comercial): Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki, Telefone celular: (44) 999-980-188, e-mail: guilherme.yuki@uel.com. Ou ainda procurar o: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (CEP-UEL). Este é um colegiado de avaliação de projetos de pesquisa criado para atender as resoluções do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde que normatiza as pesquisas envolvendo seres humanos seguindo uma tendência mundial de defesa aos participantes de pesquisa. Ele está situado junto ao prédio do LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Ou ainda no site da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, no site www.conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep ou a Plataforma Brasil no site www.plataformabrasil.saude.gov.br ou e-mail: plataformabrasil@saude.gov.br.

Considerando o exposto acima, peço que expresse o seu consentimento sobre a gravação de seu áudio e vídeo exclusivamente para esta pesquisa:

- () Permito a gravação em áudio para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- () Permito a gravação do áudio e vídeo para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- () Não permito a gravação de áudio e ou vídeo.

Este documento contém duas vias, sendo uma delas do participante e a outra do pesquisador.

Assinatura do Participante

Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki

APÊNDICE E
TCLE – Etapa De Instanciação Em Meio Digital
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Etapa de Instanciação Em Meio digital

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaria de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “Ferramenta digital para as fases iniciais de projeto para visualização do desempenho térmico das vedações de edifícios residenciais”, orientada pelo Professora Doutora Ercília Hitomi Hirota, e que prevê o levantamento de informações junto a profissionais projetistas de edifícios residenciais de Londrina, Maringá e região.

Justifico a necessidade dessa pesquisa a partir da dificuldade encontrada pelos profissionais em tomar decisões sobre desempenho térmico de paredes e janelas devido à complexidade e variabilidade do fenômeno. Atualmente existem ferramentas digitais para simular e obter resultados mais precisos, porém de uso complexo para muitos profissionais. Acredita-se que ferramentas digitais simplificadas podem auxiliar a tomada de decisão na etapa de concepção da edificação e reduzir o retrabalho nas fases posteriores do processo de projeto.

O **objetivo** da pesquisa é desenvolver um artefato para apoiar tomada de decisões sobre geometria e vedações externas em etapas iniciais do processo de projeto. Para isso, o estudo contempla duas fases: levantamento dos requisitos dos usuários do artefato e avaliação do artefato desenvolvido, ambas focadas em profissionais projetistas de edifícios. Na fase de avaliação, a que se refere esse Termo de Consentimento, será realizada uma apresentação de um programa de computador desenvolvido por mim, em seguida você fará uma avaliação livre seguida de uma entrevista com duração estimada de uma hora. Toda a atividade será realizada preferencialmente no ambiente de trabalho do projetista, podendo ser realizada em meio digital e vou solicitar a sua permissão para a gravação de áudio e vídeo, se possível, para evitar perda de informação e garantir agilidade na entrevista.

Esclareço que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, responder alguma pergunta, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou a pesquisa. Peço que aponte dúvidas antes de consentir este documento. Além disso, você terá acesso aos resultados da pesquisa.

Esclareço que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os dados de áudio serão armazenados em um único computador e em arquivo de segurança compactado e protegido com senha em outro equipamento sem o uso de armazenamento remoto ou nuvem. O armazenamento é necessário para revisões caso necessário, e sua destruição será realizada após o término da pesquisa.

Esclareço que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garanto, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os **benefícios diretos e indiretos** são a contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta que visa propiciar decisões em projeto que favoreçam o desempenho térmico de edificações e a possibilidade de atualização de seu conhecimento sobre os temas de processo projetivo e eficiência térmica e energética.

Quanto aos **riscos**, é avaliado como risco mínimo, na medida em que as entrevistas serão realizadas em ambiente habitual de trabalho, podendo, eventualmente haver alguma fadiga devido à extensão da duração da entrevista. Em outras dimensões, foram considerados os riscos psicológicos ao questionar sobre sua atividade profissional, podendo haver eventual constrangimento acerca de seu conhecimento sobre o tema específico. Os riscos quanto à propriedade intelectual, na exposição de alguma característica que implique vantagem competitiva ou direito autoral, podem ser evitados com restrições a critério do entrevistado e a qualquer momento. Riscos morais e sociais, caso alguma pessoa, cliente ou prestador de serviço venha a considerar inadequada a sua participação ou a descoberta de sua participação venha a te prejudicar economicamente, pessoalmente ou socialmente. Para evitar que essas ocorrências, sua identidade, local de trabalho ou de projetos eventualmente apresentados para ilustrar a entrevista serão mantidos em sigilo.

Além disso, existem os riscos devidos aos meios virtuais como: vazamento dos dados e dos meios virtuais, uma vez que as entrevistas sejam conduzidas de forma remota, há os riscos inerentes à forma de contato via vídeo chamada, que são: possível acesso de participantes externos, vazamento de informações sigilosas e exposição dos dados. Caso tenhamos alguma intervenção com a vídeo chamada, peço que pare de responder e saia da conversa.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar (Horário comercial): Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki, Telefone celular: (44) 999-980-188, e-mail: guilherme.yuki@uel.com. Ou ainda procurar o: Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (CEP-UEL). Este é um colegiado de avaliação de projetos de pesquisa criado para atender as resoluções do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde que normatiza as pesquisas envolvendo seres humanos seguindo uma tendência mundial de defesa aos participantes de pesquisa. Ele está situado junto ao prédio do LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Ou ainda no site da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, no site www.conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep ou a Plataforma Brasil no site www.plataformabrasil.saude.gov.br ou e-mail: plataformabrasil@saude.gov.br.

Considerando o exposto acima, peço que expresse o seu consentimento sobre a gravação de seu áudio e vídeo exclusivamente para esta pesquisa:

- Permite a gravação em áudio para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- Permite a gravação do áudio e vídeo para uso exclusivo na pesquisa relata acima;
- Não permito a gravação de áudio e ou vídeo.

Este documento contém duas vias, sendo uma delas do participante e a outra do pesquisador.

Assinatura do Participante

Guilherme Massahiro Rodrigues Yuki

APÊNDICE F

Roteiro De Entrevista – Problematização Presencial

ROTEIRO DE ENTREVISTA – ETAPA DE PROBLEMATIZAÇÃO PRESENCIAL

Este instrumento será utilizado na etapa de Problematização do DSR, com o objetivo de caracterizar o processo de projeto desenvolvido por projetistas de arquitetura, identificando premissas, etapas, instrumentos e hierarquia de decisões tomadas ao longo desse processo.

Previsão de 1 hora.

Ação: entrevistar o participante em seu ambiente de trabalho.

Requisitos: gravação necessariamente em áudio com registro de imagens se permitido pelo entrevistado.

Assuntos:

- ¿ Caracterização do participante,
- ¿ Seu processo de projeto
- ¿ Sobre desempenho térmico e estratégias.

Objetivos:

- ¿ Caracterizar o processo de projeto dos entrevistados, identificando como e quando eles tomam decisões sobre variáveis que impactam no desempenho térmico da envoltória da edificação.
- ¿ Identificar limitações e preferências quanto a leitura e interpretação de dados referentes ao desempenho térmico da edificação.

Local: Em seu local de trabalho, preferencialmente.

Desenho Para Entrevista

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar o TCLE e obter seu consentimento, solicitando a assinatura e registro da data em duas vias do TCLE (uma via deve ser entregue ao entrevistado e outra ficará sob guarda do pesquisador).

Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Caracteriza a experiência profissional do entrevistado para permitir análise contextual dos dados coletados.

Questões sobre o processo de projeto

Entrevistar sobre o processo de projeto do participante.

Questões sobre desempenho técnico e estratégias

Entrevistar sobre as variáveis que impactam no desempenho das habitações e seus conhecimentos e preferências sobre o tema.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar o TCLE e obter seu consentimento, solicitando a assinatura e registro da data em duas vias do TCLE (uma via deve ser entregue ao entrevistado e outra ficará sob guarda do pesquisador). Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

QUESTIONAR:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

- 2) Profissão:
 - a) Arquiteto ou Arquiteta
 - b) Engenheiro ou Engenheira
 - c) Designer
 - d) Outro
- 3) Tempo de atuação?
- 4) Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?
- 5) Já desenvolveu projeto de edifício residencial? Qual o porte?

PROCESSO DE PROJETO

- 6) Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?
 - a) Algum ajuda no partido do projeto?
- 7) O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.
- 8) Quais considera importante analisar?
- 9) Quais acha que tem impacto no processo de projeto?
- 10) Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:

- a) Entorno
 - b) Orientação
 - c) Ventilação natural
 - d) Outra.
- 11) Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?
- a) Não
 - b) Sim. Quais?
- 12) Como é definida a geometria da edificação?
- 13) O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?
- a) Não
 - b) Sim.
 - c) Em quais decisões? Em qual momento?
 - d) Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?
 - e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?
 - f) O processo de projeto prioriza algum ambiente?
 - g) Não
 - h) Sim. Quais?
- 14) Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?
- a) Não utiliza
 - b) CAD – AutoCAD ou similar
 - c) Modelagem 3D – SketchUP
 - d) BIM – Archicad ou Revit
 - e) Paramétricas – Rhino + Grasshopper
 - f) Outro

SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO E ESTRATÉGIAS

- 15) Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos? Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de projeto?
- 16) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?
- a) Adequa-se a norma
 - b) Sim. Na edificação ou no ambiente?
 - c) Edificação
 - d) Ambiente, qual?
- 17) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?
- 18) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?
- 19) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?
- a) Não
 - b) Sim
 - c) Se sim, poderia descrevê-la?
- 20) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?
- a) Não

- b) Sim
c) Se sim, poderia descrever?

- 21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?
22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria				
Movimento do Sol				
Orientação do edifício				
Paisagismo				
Sombreamento				
Vegetação				
Ventilação natural				
Verticalização				
Contato com o solo				

Outras:

- 23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor				
Materiais				
Orientação Solar				
Posição das janelas				
Sombreamento (Brisas)				
Tamanho das janelas				

Outras:

- 24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				
Atraso térmico				
Capacidade térmica				
Transmitância térmica				
Fator solar				

Outros:

- 25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

- a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão
b) Tabela de valores
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.

- d) Volumes coloridos representando valores
- e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas
- f) Superfícies coloridas representando valores

APÊNDICE G

Roteiro De Entrevista – Problematização Em Meio Digital

ROTEIRO DE ENTREVISTA – ETAPA DE PROBLEMATIZAÇÃO EM MEIO DIGITAL

Este instrumento será utilizado na etapa de Problematização do DSR, com o objetivo de caracterizar o processo de projeto desenvolvido por projetistas de arquitetura, identificando premissas, etapas, instrumentos e hierarquia de decisões tomadas ao longo desse processo.

Previsão de 1 hora.

Ação: entrevistar o participante por meio virtual.

Requisitos: gravação obrigatória de áudio e vídeo, via plataforma Google MEET.

Assuntos:

- ¿ Caracterização do participante,
- ¿ Seu processo de projeto
- ¿ Sobre desempenho térmico e estratégias.

Objetivos:

- ¿ Caracterizar o processo de projeto dos entrevistados, identificando como e quando eles tomam decisões sobre variáveis que impactam no desempenho térmico da envoltória da edificação.
- ¿ Identificar limitações e preferências quanto a leitura e interpretação de dados referentes ao desempenho térmico da edificação.

Em meio digital: utilizar plataforma Google Meet, com compartilhamento de tela e gravação de áudio e vídeo.

São garantidos o direito ao silêncio e abstenção para qualquer pergunta e todas as garantias presentes no Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

DESENHO PARA ENTREVISTA VIA MEIO DIGITAL

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar, em compartilhamento de tela, e esclarecer o TCLE, enviar o documento por e-mail ou WhatsApp, obtendo o livre consentimento para a entrevista, solicitando assinatura e registro de data e posterior devolução ao pesquisador do documento escaneado, mantendo uma via em seu poder.

Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Caracteriza a experiência profissional do entrevistado para permitir análise contextual dos dados coletados.

Questões sobre o processo de projeto

Entrevistar sobre o processo de projeto do participante.

Questões sobre desempenho térmico e estratégias

Entrevistar sobre as variáveis que impactam no desempenho das habitações e seus conhecimentos e preferências sobre o tema.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar, em compartilhamento de tela, e esclarecer o TCLE, enviar o documento por e-mail ou WhatsApp, obtendo o livre consentimento para a entrevista, solicitando assinatura e registro de data e posterior devolução ao pesquisador do documento escaneado, mantendo uma via em seu poder. Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações. O entrevistador deve então iniciar a gravação.

QUESTIONAR:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

- 2) Profissão:
 - a) Arquiteto ou Arquiteta
 - b) Engenheiro ou Engenheira
 - c) Designer
 - d) Outro
- 3) Tempo de atuação?
- 4) Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?
- 5) Já desenvolveu projeto de edifício residencial? Qual o porte?

PROCESSO DE PROJETO

- 6) Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?
 - a) Algum ajuda no partido do projeto?
- 7) O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.
- 8) Quais considera importante analisar?
- 9) Quais acha que tem impacto no processo de projeto?
- 10) Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:
 - a) Entorno
 - b) Orientação
 - c) Ventilação natural
 - d) Outra.
- 11) Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?
 - a) Não
 - b) Sim. Quais?
- 12) Como é definida a geometria da edificação?
- 13) O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?
 - a) Não
 - b) Sim.
 - c) Em quais decisões? Em qual momento?
 - d) Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?
 - e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?
 - f) O processo de projeto prioriza algum ambiente?
 - g) Não

h) Sim. Quais?

14) Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| a) Não utiliza | d) BIM – Archicad ou Revit |
| b) CAD – AutoCAD ou similar | e) Paramétricas – Rhino + Grasshopper |
| c) Modelagem 3D – SketchUP | f) Outro |

SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO E ESTRATÉGIAS

15) Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos? Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de projeto?

16) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?

- a) Adequa-se a norma
- b) Sim. Na edificação ou no ambiente?
- c) Edificação
- d) Ambiente, qual?

17) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?

18) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?

19) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?

- a) Não
- b) Sim
- c) Se sim, poderia descrevê-la?

20) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?

- a) Não
- b) Sim
- c) Se sim, poderia descrever?

21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria				
Movimento do Sol				
Orientação do edifício				
Paisagismo				
Sombreamento				
Vegetação				
Ventilação natural				
Verticalização				
Contato com o solo				

Outras:

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor				
Materiais				
Orientação Solar				
Posição das janelas				
Sombreamento (Brisas)				
Tamanho das janelas				

Outras:

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				
Atraso térmico				
Capacidade térmica				
Transmitância térmica				
Fator solar				

Outros:

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

- a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão
- b) Tabela de valores
- c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.
- d) Volumes coloridos representando valores
- e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas
Superfícies coloridas representando valores

APÊNDICE H

Roteiro De Entrevista – Instanciação Presencial

ROTEIRO DE ENTREVISTA – ETAPA DE INSTANCIAÇÃO PRESENCIAL PRESENCIAL

Este instrumento será utilizado na etapa de Instanciação do Design Science Research, com o objetivo de avaliar a utilidade e a eficácia do artefato desenvolvido. Conforme estabelecido no método desta pesquisa, serão preferencialmente entrevistados os mesmos projetistas que participaram da etapa de Problematização, para proporcionar avaliação objetiva, caso a caso, do artefato proposto.

Previsão de 1 hora.

Ação: o artefato será apresentado, em funcionamento a partir de um exemplo, em funcionamento a partir de um exemplo, seguido de entrevista.

Requisitos: gravação obrigatória do áudio e vídeo.

Assuntos:

- ¿ Artefato desenvolvido
- ¿ Avaliação pessoal
- ¿ Avaliação da utilidade e eficácia do artefato.

Objetivo:

- ¿ Verificar a utilidade do artefato, a partir da compreensão e usabilidade do artefato para a consideração do desempenho térmico de edifícios residenciais multipavimentados, desde a etapa de concepção do projeto.
- ¿ Verificar a eficácia do instrumento na comunicação da análise do desempenho térmico da edificação projetada.

Local: Em seu local de trabalho, preferencialmente.

DESENHO PARA ENTREVISTA

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar o TCLE e obter seu consentimento, solicitando a assinatura e registro da data em duas vias do TCLE (uma via deve ser entregue ao entrevistado e outra ficará sob guarda do pesquisador).

Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

Apresentação do artefato utilizando o computador do projetista

Apresentar o artefato, contendo um projeto-exemplo.

AVALIAÇÃO PRÁTICA

Oferecer ao entrevistado a oportunidade de perguntar sobre o artefato e testar as análises, através de instruções e propostas para o pesquisador as realizar em seu equipamento, com tela compartilhada.

ENTREVISTA DO ARTEFATO

Perguntas a serem feitas visando avaliar a utilidade e eficácia do artefato. Quais são as ferramentas mais interessantes e se a sua execução é compreensível.

AGRADECIMENTOS E FINALIZAR A ENTREVISTA

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

Apresentar, em compartilhamento de tela, e esclarecer o TCLE, enviar o documento por e-mail, obtendo o livre consentimento para a entrevista, solicitando assinatura e registro de data. Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

Iniciar a gravação.

Questionar:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

APRESENTAÇÃO DO ARTEFATO

Apresentar o artefato com imagens, vídeos e utilizando o artefato no mesmo equipamento – computador pessoa do pesquisador.

AVALIAÇÃO PRÁTICA

Oferecer ao participante a oportunidade para questionar sobre o artefato, realizar testes fornecendo sugestões ao pesquisador, que operará o artefato.

ENTREVISTA SOBRE O ARTEFATO**UTILIDADE**

Questionar o entrevistado sobre o artefato e sua usabilidade, e solicitar opiniões:

- 2) O artefato está compreensível?
- 3) Acredita que conseguiria usá-lo quando necessário?
- 4) A preparação e resultados são compreensíveis?
- 5) Precizou de auxílio para utilizar o artefato?
- 6) Quais ferramentas te interessaram?
- ~~7) A análise por simulação te interessou?~~

a) Não	e) Temperatura de superfície
b) Temperatura do ar	d) Trocas de calor pelas superfícies
- 8) A legibilidade é boa?

a) Sim	e) 3D
b) Não	f) Gráficos
c) Você prefere qual representação?	g) Tabela de valores
d) 2D	
- ~~9) Qual meio é mais interessante?~~

a) Grasshopper	
b) Grasshopper Player	
c) Nenhum deles	
- 10) Tem interesse em usar o Rhino para observar os resultados?

a) Não	
--------	--

- b) Sim
- c) Com assistência

EFICÁCIA

- 11) Os resultados apresentados são claros? Tem alguma dúvida quando apresentados? Eles são compreensíveis?
- 12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno				
Geometria				
Movimento do Sol				
Orientação				
Paisagismo				
Sombreamento				
Vegetação				
Ventilação				
Verticalização				
Contato com o solo				

Outras:

- 13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor				
Materiais				
Orientação Solar				
Posição das janelas				
Sombreamento (Brises)				
Tamanho das janelas				
Verticalização				

Outras:

14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				
Atraso térmico				
Capacidade térmica				
Transmitância térmica				
Fator solar				

APÊNDICE I

Roteiro De Entrevista – Instanciação Em Meio Digital

ROTEIRO DE ENTREVISTA – ETAPA DE INSTANCIAÇÃO EM MEIO DIGITAL

Este instrumento será utilizado na etapa de Instanciação do Design Science Research, com o objetivo de avaliar a utilidade e a eficácia do artefato desenvolvido. Conforme estabelecido no método desta pesquisa, serão preferencialmente entrevistados os mesmos projetistas que participaram da etapa de Problematização, para proporcionar avaliação objetiva, caso a caso, do artefato proposto.

Previsão de 1 hora.

Ação: o artefato será apresentado, em funcionamento a partir de um exemplo, em funcionamento a partir de um exemplo, seguido de entrevista.

Requisitos: gravação obrigatória do áudio e vídeo.

Assuntos:

- ¿ Artefato desenvolvido
- ¿ Avaliação pessoal
- ¿ Avaliação da utilidade e eficácia do artefato.

Objetivo:

- ¿ Verificar a utilidade do artefato, a partir da compreensão e usabilidade do artefato para a consideração do desempenho térmico de edifícios residenciais multipavimentados, desde a etapa de concepção do projeto.
- ¿ Verificar a eficácia do instrumento na comunicação da análise do desempenho térmico da edificação projetada.

Em meio digital: utilizar plataforma Google Meet, com compartilhamento de tela e gravação de áudio e vídeo.

São garantidos o direito ao silêncio e abstenção para qualquer pergunta e todas as garantias presentes no Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

DESENHO PARA ENTREVISTA VIA MEIO DIGITAL

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

CONSENTIMENTO DO ENTREVISTADO

Apresentar, em compartilhamento de tela, e esclarecer o TCLE, enviar o documento por e-mail ou WhatsApp, obtendo o livre consentimento para a entrevista, solicitando assinatura e registro de data e posterior devolução ao pesquisador do documento escaneado, mantendo uma via em seu poder.

Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

Apresentação do artefato utilizando o computador do projetista e compartilhamento de tela.

Apresentar o artefato, contendo um projeto-exemplo.

AVALIAÇÃO PRÁTICA

Oferecer ao entrevistado a oportunidade de perguntar sobre o artefato e testar as análises, através de instruções e propostas para o pesquisador as realizar em seu equipamento, com tela compartilhada.

ENTREVISTA SOBRE O ARTEFATO

Perguntas a serem feitas visando avaliar a utilidade e eficácia do artefato. Quais são as ferramentas mais interessantes e se a sua execução é compreensível.

AGRADECIMENTOS E FINALIZAR A ENTREVISTA

Consentimento do entrevistado

Apresentar uma síntese do trabalho: objetivo e desenho geral do método.

Apresentar, em compartilhamento de tela, e esclarecer o TCLE, enviar o documento por e-mail ou WhatsApp, obtendo o livre consentimento para a entrevista, solicitando assinatura e registro de data e posterior devolução ao pesquisador do documento escaneado, mantendo uma via em seu poder. Enfatizar a necessidade da entrevista ser gravada com a finalidade de dar agilidade à entrevista e evitar perda de informações.

O entrevistador deve então iniciar a gravação.

QUESTIONAR:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

APRESENTAÇÃO DO ARTEFATO

Apresentar o artefato com imagens, vídeos e utilizando o artefato no mesmo equipamento – computador pessoa do pesquisador – realizar o mesmo compartilhando a tela na conversa em vídeo.

AVALIAÇÃO PRÁTICA

Utilizando o compartilhamento de tela, oferecer ao participante a oportunidade para questionar sobre o artefato, realizar testes fornecendo sugestões ao pesquisador, que operará o artefato.

ENTREVISTA SOBRE O ARTEFATO

UTILIDADE

Questionar o entrevistado sobre o artefato e sua usabilidade, e solicitar opiniões:

- 2) O artefato está compreensível?
- 3) Acredita que conseguiria usá-lo quando necessário?
- 4) A preparação e resultados são compreensíveis?
- 5) Precisou de auxílio para utilizar o artefato?
- 6) Quais ferramentas te interessaram?
- ~~7) A análise por simulação te interessou?~~

a) Não	e) Temperatura de superfície
b) Temperatura do ar	d) Trocas de calor pelas superfícies
- 8) A legibilidade é boa?
 - a) Sim
 - b) Não
 - c) Você prefere qual representação?
 - d) 2D
 - e) 3D
 - f) Gráficos
 - g) Tabela de valores

9) ~~Qual meio é mais interessante?~~

- ~~a) Grasshopper~~
- ~~b) Grasshopper Player~~
- ~~c) Nenhum deles~~

10) Tem interesse em usar o Rhino para observar os resultados?

- a) Não
- b) Sim
- c) Com assistência

EFICÁCIA

11) Os resultados apresentados são claros? Tem alguma dúvida quando apresentados? Eles são compreensíveis?

12) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os parâmetros abaixo?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Entorno				
Geometria				
Movimento do Sol				
Orientação				
Paisagismo				
Sombreamento				
Vegetação				
Ventilação				
Verticalização				
Contato com o solo				

Outras:

13) Na hipótese de usar o instrumento apresentado, em que etapas do processo de projeto você consideraria os elementos abaixo?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Cor				
Materiais				
Orientação Solar				
Posição das janelas				
Sombreamento (Brises)				
Tamanho das janelas				
Verticalização				

Outras:

14) A NBR 15575 especifica essas variáveis de paredes e janelas. Você as consideraria em alguma dessas fases de projeto?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				
Atraso térmico				
Capacidade térmica				
Transmitância térmica				
Fator solar				

APÊNDICE J
Transcrição Das Entrevistas – Problematização
Participante 1

Questionar:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista? Sim**

Caracterização do entrevistado

2) Profissão:

a) Arquiteto ou Arquiteta

3) Tempo de atuação?

23 anos

4) Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?

edifícios residenciais e comerciais, e projeto de interiores e projetos de residência. Algumas vezes são clínicas, mas é difícil.

5) Já desenvolveu projeto de edifício residência? Qual o porte?

Vários edifícios. Até 30 pavimentos. Área 15 e 22 mil m².

Já teve o caso de um shopping com mais de 60 mil m²

Já respondido

Processo de projeto

6) Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?

“local as condições climáticas, o terreno, levantamento topográfico, onde vai ser implantado, a orientação solar, todo o torno do edifício, função e o uso do edifício. Também é levantado um programa de necessidades, normas construtivas a legislação da cidade onde o edifício, seu código de obras, plano diretor, leis ambientais e a norma desempenho.”

a) Algum ajuda no partido do projeto?

Sim, isso tudo já faz parte do partido.

O partido nasce, porém, ele sofre alterações devido ao cliente.

7) O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.

8) Quais considera importante analisar?

9) Quais acha que tem impacto no processo de projeto?

Tudo impacta e todas as informações são importantes.

10) Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:

a) Entorno: Super Importante

b) Orientação: Muito importante

c) Ventilação natural: É importante, mas fica limitada aos espaços sociais visto que os quartos raramente têm essa possibilidade.

d) Outra.

11) Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?

a) Não

b) Sim. Quais?

Em particular não, são priorizadas as demandas dos clientes empreendedores.

12) Como é definida a geometria da edificação?

O que define muito a volumetria é o programa e o terreno, nesse momento os parâmetros urbanísticos são muito importantes pois eles que permitem e limitam o tamanho das habitações. Os recuos para edifícios têm regras baseadas na altura do edifício, “h/10 por exemplo”.

A orientação é importante para beneficiar as suas habitações. “Para leste vende mais”, “voltamos as salas para leste” Em alguns momentos a vista é priorizada devido ao seu valor comercial, como no caso de quartos e salas voltados para um parque com lago.

Nos edifícios comerciais são realizados a partir de um *core* único podendo ser decidida pela área técnica junto ou em outros pontos estratégicos.

13) O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?

a) Não

x b) Sim.

c) Em quais decisões? Em qual momento?

d) Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?

O principal cliente citado foi a construtora ou incorporadora, que realizam investimentos no mercado imobiliário realizando pesquisas e observando suas tendências. Esse cliente altera o partido e suas interferências podem ocorrer em qualquer fase. Citou que alguns de seus projetos vão amadurecendo junto ao cliente com o processo.

São situações em que são feitas as plantas de estudo e entregues para o cliente realizar o orçamento, então retornam pedindo correções para viabilizar economicamente o edifício.

Outra situação é quando o são pedidos estudos em edifícios comerciais para verificar qual seria planta mais lucrativas no terreno considerando tamanho de lojas, e a circulação dos clientes. E dentro desses casos ainda é possível que alteram da função comercial para a de habitação. É justificado esse investimento nos estudos iniciais para que o lucro seja garantido pois o investimento é alto.

O cliente também deseja o maior aproveitamento possível, logo é alcançado o maior número de pavimentos possível. Nisso também são definidas as tipologias, número de quartos, suítes, área dos apartamentos.

O Participante 5 aponta que mesmo dentro dessas situações ainda é possível propor soluções, como alterar o número de quartos além das algumas dimensões.

Foi citado que o cliente investidor também tem conhecimento suficiente sobre edificações a ponto de comprar terrenos que estão voltados para faces com orientações melhores.

e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?

Não tem, pois se trabalha muito com construtora. Às vezes tem coisas muito específicas do empreendimento. Não tenho uma assinatura minha, mas possuo uma linguagem. Temos um padrão de edificações vocês olharem os edifícios comerciais, a gente tem aí um padrão de *core* central com salas em volta, temos algumas coisas assim. Por exemplo, no edifício residencial nos quartos procuramos fazer todos com armários grandes entrando pelo lado, temos algumas questões que é meio padrão. Mas não é uma algo que o cliente perceba. É uma questão mais para melhorar faz e fazer um bom projeto. No fim a linguagem acaba indo de encontro ao cliente então é dada preferência aos seus desejos.

f) O processo de projeto prioriza algum ambiente?

a) Não

b) Sim. Quais?

São priorizados os ambientes sociais, sala e cozinha, então as suítes e então os quartos,

14) Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?

a) Não utiliza

xb) CAD – AutoCAD ou similar

xc) Modelagem 3D – SketchUP

xd) BIM – Archicad ou Revit

e) Paramétricas – Rhino + Grasshopper

f) Outro

Renderização

Sobre desempenho térmico e estratégias

15) Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos? Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de projeto?

É dada a prioridade do desempenho no projeto, porém, não podendo medi-lo, é necessário utilizar estratégias que beneficiam o desempenho diretamente desde a concepção, como foi dito sobre a orientação, que já foi justificativa para não realizar a compra de um lote.

16) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?

xa) Adequa-se a norma da forma que pode.

xb) Sim. Na edificação ou no ambiente?

c) Edificação

xd) Ambiente, qual?

Adequa-se a norma da forma que pode e foca nos ambientes sociais principalmente, as suítes master em seguida se for necessário.

17) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?

Grandes janelas, orientação das janelas, ventilação cruzada.

Nos comerciais há muito mais vidro e isso impacta diretamente no desempenho. Nesse caso é dado prioridade aos vidros com alta tecnologia, que desempenham melhor refletindo ou segundo mais o calor.

18) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?

Não tem a possibilidade de analisar o desempenho térmico diretamente, mas leva em consideração as variáveis levantadas.

19) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?

a) Não

b) Sim

c) Se sim, poderia descrevê-la?

Nas faces com mais insolação podem ser utilizadas nas paredes mais grossas nas faces mais externas da edificação com tijolo de 19 cm com reboco dos dois lados que dá quase 23 centímetros, em outro caso foi utilizado um sistema isolante na parede externa ponto uma lã de rocha ou vidro e uma chapa de construção a seco.

São priorizadas as cores claras e utilizados vidros de “alta tecnologia”, laminados refletivos se possível e esquadrias mais eficientes, com menos infiltração. O sistema de ar-condicionado instalado também podem ser mais eficientes.

São utilizadas estratégias de sombreamento: já foram propostos brises para serem utilizados nas faces com maior insolação, oeste e norte. Em outro caso foi utilizada a varanda para impedir a entrada de luz em um ambiente que não poderia receber insolação direta.

Analisa o movimento do sol com suas ferramentas digitais.

20) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?

a) Não

b) Sim

c) Se sim, poderia descrever?

Em alguns casos sim, onde é necessário observar o movimento do sol junto ao entorno para posicionar a piscina. Houve um caso em que foram necessárias varandas com beirais maiores e a ferramenta para visualizar o movimento do sol.

21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?

Ter uma ferramenta para verificar se os ambientes estarão confortáveis no verão para mostra a possibilidade de melhora.

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria		x		
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo				x
Sombreamento		As vezes	maioria	
Vegetação			Biofilia, parede verde	
Ventilação natural			x	
Verticalização		cliente		
Contato com o solo	x			

Outras:

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			x	
Materiais			x	
Orientação Solar	x			
Posição das janelas		x		
Sombreamento (Brises)		x		
Tamanho das janelas			x	

Outras:

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			x	
Atraso térmico	x			
Capacidade térmica	x			
Transmitância térmica				x
Fator solar		x		

Outros:

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão

b) Tabela de valores

xc) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.

- d) Volumes coloridos representando valores
- Xe) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas
- f) Superfícies coloridas representando valores

Participante 2

QUESTIONAR:

- 1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista? Sim

CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

2)Profissão: Arquiteto

a)Arquiteto ou Arquiteta

3)Tempo de atuação?

Mais de 30 anos de atuação. Escritório (próprio) antes de 95.

4)Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?

Residências de médio e alto padrão.

5)Já desenvolveu projeto de edifício residência? Qual o porte?

Sim, alguns casos prestam serviço para construtoras.
São de médio para alto padrão.

PROCESSO DE PROJETO

6)Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?

a)Algum ajuda no partido do projeto?

“Nós fazemos uma entrevista né? Nós temos um formulário que nós montamos o programa básico com o cliente, que normalmente ele vem com só com umas ideias na cabeça, mas nada formulado no papel. Então nós auxiliamos ele à vontade esse programa no normalmente residência. Número de vagas, quartos, suítes, sala de TV, piscina, canil, brinquedoteca, algumas particularidades, tem ênfase em determinado tipo de ambientes. Trazem informações e fotos de casos que gostam. Nós vamos planilhado tudo e vamos fazendo alguns croquis das ideias que espaços.

Mas antes de tudo é o terreno ne? É a localização do terreno. Faces: face Norte, qual que é a face Sol Nascente e Sol Poente que, principalmente na nossa região, é o critério fundamental essa questão de proteção solar, principalmente da tarde, que a gente tentar evitar o máximo essa questão de espaços envidraçadas, portas e janelas.

Em linhas gerais é isso. Qualidade, idade dos moradores, hábitos, consumo, visitas. Os dados mínimos necessários para montar o programa de necessidades com alguns obstáculos que temos especificamente. No condomínio existem normas internas além das normas do próprio município, temos que atender a essas questões também.”

7)O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.

“Mas antes de tudo é o terreno ne? É a localização do terreno. Faces: face Norte, qual que é a face Sol Nascente e Sol Poente que, principalmente na nossa região, é o critério fundamental essa questão de proteção solar, principalmente da tarde, que a gente tentar evitar o máximo essa questão de espaços envidraçadas, portas e janelas.”

“Quanto é o terreno também tem a questão da declividade do terreno, isso impacta muito no partido do projeto e muito na questão de administração do Código de Obra tanto da conduta interna do condomínio ou da legislação municipal. Você tem uma ação diferente por exemplo de um projeto de Curitiba do

projeto aqui em Maringá, né? Sou formado em Curitiba Então na verdade a concepção de projeto anime decoração em Curitiba é uma coisa: lá o pessoal gosta do Sol da tarde. Mas aqui (em Maringá) nós temos que evitar o máximo.”

8)Quais considera importante analisar?

(Todas as informações já ditas.)

9)Quais acha que tem impacto no processo de projeto?

(Os citados: insolação e radiação)

10)Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:

a)Entorno

b)Orientação

c)Ventilação natural

“Ventilação natural é importantíssima, né?

Apesar que em projeto de alto padrão os clientes climatizam toda a casa. Mas nós sempre lembramos da questão da ventilação. A ventilação tradicional dos ventos nordeste-sudeste e nós temos temporais, chuvas tradicionais que vem do sul. Nós temos que ter uma proteção um pouco maior para beirais nesse caso. E tempestade vem do Norte. Essas são algumas situações a nível de detalhamento né? Proteções a que todos possam minimizar qualquer tipo de problema nessa questão de orientação de ventos e chuvas.”

d)Outra.

11)Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?

a)Não

b)Sim. Quais?

12)Como é definida a geometria da edificação?

“O formato do partido base que você diz? As vezes o formato da proposta do projeto é delimitado pelo formato do terreno e pelas exigências técnicas, normas de recursos obrigatórios né. Muitas vezes é isso, além, forma a insolação né. Isso parte do cliente: "olha eu sonhei com uma casa em L com piscina com todos os cômodos da casa voltados para piscina". Isso já é um direcionamento dos clientes. Nos fazendo uma casa aqui na zona 2 dessa forma. Todos os quartos estão voltados a parte de cozinha e espaço Gourmet estão voltados para piscina.

E no caso de identificação da vertical é a mesma situação. Nesse caso específico da edificação vertical, também, nós temos duas prioridades: sol e o visual. Estamos fazendo um projeto, em frente, nas proximidades do Parque do Ingá, então não tem como você fugir e privilegiar a vista para o parque né? Obrigado ela ficou em diagonal. Ela complica um pouquinho a formatação de vagas, aproveitamento. Mas em função da logística de você ter realmente ter todos os apartamentos voltados para o Parque do Ingá isso é prioritário na própria formação e implantação do edifício.”

13)O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?

a)Não

b)Sim.

c)Em quais decisões? Em qual momento?

d)Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?

“Estilo da casa também é isso é uma coisa que impactam bastante na pasta inclusive na parte concepção do projeto, nos detalhes né. A gente respeita muito porque existe beleza em todos os estilos.

Desde que ela seja realmente é colocada de uma forma equilibrada. Mas tem uma cliente sonharam em ter uma casa com telhado aparente, então não vou empurrar goela abaixo o estilo modernista, com linhas retas e platibanda, porque eu gosto mais disso, gosto mais de outro estilo. Então nós respeitamos muito essa questão do cliente e tenta mesmo no estilo clássico, que o cliente pede, nós tentamos contextualizar isso para nossa realidade.”

“Um dos delimitadores é o financeiro e estimativa de área. Isso também define o perfil do projeto. “Tenho recuso limitado. Tenho que financiar uma parte. Nessa obra vai limitar a metragem máxima”. As vezes o cliente vem com a metragem máxima, aí nós vamos discutir: “Esse programa que você quer é possível, não é possível, vai ter que aumentar um pouco”. Essas discussões, nós temos que fazer. No caso dos edifícios residenciais, as construtoras e incorporadoras já tem alguma coisa na cabeça a nível de metragem quadrada do apartamento tipo em função do mercado. Ai agente vai tentar aproveitar o máximo de unidades em função do coeficiente de aproveitamento do terreno. Então eu acho que são umas das medidas mais focadas nos edifícios: o aproveitamento máximo. Às vezes você define um apartamento tipo de 90 m², mas com 89 (m²) consigo uma unidade a mais, um pavimento a mais. Então nós enxugamos e conseguimos equacionar isso.”

e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?

“É nós começamos muito com muito telhado, jogos telhados. Eu gosto muito de residência assim talvez por causa da dessa formação interiorana né? Mas também há beleza nas linhas mais modernas hoje. A gente tem que trabalhar com algumas tendências né? E nós vamos criando passamos pela Linha Branca né? De estilos todos os modernistas na linha branca, esquadrias brancas. E agora nós estamos voltando a trabalhar com mais textura com mais cor, mas força a nível de cores mais fortes de cinza, grafite, concreto, preto né? Isso na verdade é um ciclo, na verdade a arte ela vai trabalhando com os ciclos. A volta, e daqui uns tempos voltar o estilo branco e talvez até os telhados possam um dia voltar, né?”

f) O processo de projeto prioriza algum ambiente?

g) Não

g) Sim. Quais?

“Os quartos estão cada vez mais compactos. Temos priorizado as áreas mais comuns, que no caso é a sala, sacada. Hoje tudo muito integrado, mudou muito a concepção, não só dos apartamentos, mas também das residências principalmente. Que é aquela integração dos espaços, não tem mais porta na cozinha. Cozinha, churrasqueira viraram um espaço só, espaço gourmet, único integrado com a sala de estar-jantar, sacada também (dos edifícios) mais varanda. Essa integração de espaços, ela é mais priorizada que nas casas antigas onde você tinha vários cômodos, corredor e vários espaços que não se comunicavam.”

“A concepção é realmente bem diferente. Totalmente integrada, pé direito duplos, aberturas maiores, vãos maiores de esquadrias. A gente sempre trabalhava com 2.10 (m²) de pé direito de portas e janelas aí passou para 2.40 (m²) e hoje é 2.70 (m²) em função da própria tecnologia de materiais, vidros e esquadrias.”

14)Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?

a)Não utiliza

X b)CAD – AutoCAD ou similar

X c)Modelagem 3D – SketchUP

X d)BIM – Archicad ou Revit

e)Paramétricas – Rhino + Grasshopper

f)Outro

SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO E ESTRATÉGIAS

15)Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos? Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de

projeto?

“Quando nós temos essa questão definida, de panos de vidro, alvenaria, nos já definimos alguns, mas coisas como: onde vamos botar parede dupla, isolamento térmico. Já usamos alvenaria, isopor, alvenaria; alvenaria lã de rocha, alvearia; alvenaria lã de rocha, *dry wall*. E painéis de vidro temos trabalho ou no paisagismo para criar um clima melhor, quando não tem isso trabalhamos com brises horizontais na face norte e verticais na face leste e oeste. Também pode usar um brises misto na face sudeste, noroeste, nordeste, sudoeste. Nós temos feito alguns trabalhos nessa questão.

Temos essas possibilidades: usar essas proteções e usar esses elementos como partido arquitetônico visualmente falando.”

18) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?**a) Adequa-se a norma****b) Sim. Na edificação ou no ambiente?****c) Edificação****d) Ambiente, qual?**

“Prioriza todos os ambientes. Nos quartos trabalha com veneziana que permite a entrada de luz e marquises para proteção de chuvas e alguma vegetação ou pergolados no caso de quartos. Na parte social, toldos e pergolados.”

19) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?

“Implantação e insolação são o que mais impactam no conforto térmico.”

20) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?

Não analisa diretamente.

“Especificamente não. Nós sabemos de antemão que determinada face, principalmente o vidro, vai ter problema com controle e temperatura. Então tem que criar alguns obstáculos se não na implantação, se não conseguir essa vedação, então conseguir algum elemento. Como citei, brises e paisagismo.

No caso dos verticais é mais difícil porque você está “lá nas alturas”. Então você tem que entrar com os materiais mesmo. Já entra: alvenarias, padrões de esquadrias, vidros, duplo ou não, tipos de vidros. São esse que vão influenciar.”

21) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?**a) Não****b) Sim****c) Se sim, poderia descrevê-la?**

“mas antes de tudo é o terreno né? É a localização do terreno. Faces: face norte, qual que é a face sol nascente e sol poente que, principalmente na nossa região, é o critério fundamental essa questão de proteção solar, principalmente da tarde, que a gente tentar evitar o máximo essa questão de espaços envidraçadas, portas e janelas. _

“Muitas vezes sim principalmente a questão solar e insolação talvez sejam um dos principais pontos dos partidos. Exposição evitar tais cômodos voltado para essa Face né? É no momento sim, quartos por exemplo a gente sempre tenta colocar os na face Leste, Sol Nascente, ou na face Norte. A face norte é a melhor face, que tem para insolação na nossa região por que ela recebe menos sol do verão e mais sol no inverno por causa da rotação do Sol. É a melhor Face que nós temos. Então nosso direcionamos os cômodos para voltados para a face Norte. Nem sempre é possível em função da insolação e situação e localização do terreno. _

– POSIÇÃO DOS AMBIENTES BASEADOS NA ORIENTAÇÃO E INSOLAÇÃO.

“[...] [uso de] panos de vidro, alvenaria, nos já definimos alguns, mas coisas como: onde vamos botar parede dupla, isolamento térmico. Já usamos alvenaria, isopor, alvenaria; alvenaria lã de rocha,

alvearia; alvenaria lã de rocha, dry wall. E painéis de vidro temos trabalho ou no paisagismo para criar um clima melhor, quando não tem isso trabalhamos com brises horizontais na face norte e verticais na face leste e oeste. Também pode usar um brises misto na face sudeste, noroeste, nordeste, sudoeste. Nós temos feito alguns trabalhos nessa questão. Temos essas possibilidades: usar essas proteções e usar esses elementos como partido arquitetônico visualmente falando.” [...]

“Nos quartos trabalha com veneziana que permite a entrada de luz e marquises para proteção de chuvas e alguma vegetação ou pergolados no caso de quartos. Na parte social, toldos e pergolados.”
- USO DE PROTEÇÕES SOLARES, BEIRAIS E BRISES, DE FORMA FUNCIONAL, INSOLAÇÃO E CHUVAS, E ESTÉTICA.

22) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?

a) Não

Xb) Sim.

c) Se sim, poderia descrever?

Foco no Verão.

“O nosso clima. O pior problema nosso é o verão. Que é o sol da tarde. Mas no inverno temos preocupação em alguns ambientes, principalmente quartos. Que eles não sejam voltados para o sul, que não pega sol nunca. Então ela se torna uma face para quartos insalubres. Eu acho que isso é uma preocupação.

É uma preocupação, não somente no verão, mas evitar os quartos na face sul.”

(Ele considera o verão principalmente e evita os quartos na face sul)

23) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?

-Não informou.

24) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria		x		
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo			x	
Sombreamento		x		
Vegetação		x		
Ventilação natural		x		
Verticalização		x		
Contato com o solo		x		

Outras:

Paisagismo:

“Principalmente nas áreas de lazer, comum do edifício.

O contato com o solo é importante para criar áreas de lazer mais agradável e utilizar o paisagismo.”

Sombreamento:

“Desde o começo. Ela é um elemento que as pessoas deixam para projetar só no final né? Mas quanto antes ela puder chegar, porque ela não é somente um elemento estético, mas pode se transformar em um elemento complementar para proteção térmica.”

Contato com o solo: “Principalmente nas áreas de lazer, comum do edifício.

O contato com o solo é importante para criar áreas de lazer mais agradável e utilizar o paisagismo. Hoje você tem muitos pets, animais, então necessita de espaço aberto, gramado. Então se puder salvar uma área do térreo para utilização da área comum, ela é importantíssima. Tem que resolver um quebra cabeça ne? Tem que resolver áreas de garagem aí automaticamente perde-se a área permeável do térreo.

Mas sempre que possível é necessário ter uma área de chão e de uso comum.”

25) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor	x			
Materiais	ESTÉTICA		x	
Orientação Solar	x			
Posição das janelas	x			
Sombreamento (Brisas)	x			
Tamanho das janelas	x			

Outras:

Materiais:

“Materiais vem na fase inicial, concepção do estilo. Mas as definições são feitas no anteprojeto. É onde são feitas as imagens onde são sugeridos alguns materiais na parte externa – revestimentos, texturas, placas cerâmicas, madeira, madeira plástica, vidro, tipo de vidro. Esses elementos são na fase de anteprojeto, a montagem das imagens para o cliente.”

26) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica		x		
Atraso térmico		x		
Capacidade térmica				Proj legal
Transmitância térmica				Proj legal
Fator solar				Final especificações

Outros:

Respostas:

Absortância térmica concepção.

Atraso térmico: tempo de retenção do calor. Também na concepção, na elaboração e distribuição dos cômodos e vidros.

Já tem a preocupação desde a implantação, estudo do terreno, o sol da manhã e da tarde, onde á a face sul. Ela tem que estar na concepção

Capacidade térmica: manter a temperatura homogênea. Evito sol da tarde com aberturas de vidro. Quando o cliente quer, fazemos com a menor possível. De preferência fazemos cega. No caso de uma casa que fizemos, é cego. O cliente contratou uma arquiteta de interiores, e ela quis abrir vão. Então negociamos aberturas menores pois o cliente gostaria de continuar tento a visão externa daquele

ambiente. Então foi uma interferência, mas nós negociamos. Você vai perder um pouco mais do conforto térmico a nível de gasto de energia com ar-condicionado, mas ele ficou ciente disso.

[ele estava considerando capacidade térmica do ar do ambiente]

Talvez na fase de projeto legal para executivo. Pois é onde há as especificações finais de tipo de esquadrias, negociar com o cliente: "olha, para (com) o PVC vai custar tanto, o alumínio vai custar tanto". Porque na concepção já vamos ter isso: o tamanho de janela. Mas a especificação final entre custos e por isso entra na fase de detalhamento.

Nós temos um fator crucial na concepção quando se fala de telhas, coberturas. É diferente do edifício que é a planta de cobertura. Mas nós temos telhas metálicas, tipo sanduiche, fibrocimentos, fibrocimentos de membrana elástica refletiva. São itens que nós vamos definindo e mais também vamos citas que vai entrar o custo-benefício. Então entra na fase de projeto legal, especificação final. Nós discutimos isso antes, mas só é definido propriamente no final onde vai entrar os custos dos materiais.

Fator solar nas aberturas de vidro:

É a característica de isolamento de determinados raios solares. Isolamento térmico dependendo da característica do vidro.

Isso vai ser na fase final de especificação. Como citei, pode ser comentado antes, mas só vamos definir a especificação final nessa fase. Vamos definir o tipo de vidro. Se vai ser, vidro laminado, vidro laminado também tem vidro laminado espelhado, temperado, existe outra composição de vidro que é específico para composição solar. Esses tipos de vidro são definidos assim: "Vamos investir um pouco mais em proteção? Esse tipo de vidro melhor, é mais reflexivo." São detalhes definidos no projeto de detalhamento.

27) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

- a) **X Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão**
- b) **Tabela de valores**
- c) **X Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.**
- d) **Volumes coloridos representando valores**
- e) **X Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas**
- f) **Superfícies coloridas representando valores**

"Cartesiano, mais direta. Mais fácil identificar que números

Tabela Excel é mais complicada para visualizar eu acho.

Gráficos e cores eu acho mais interessante.

Se tivéssemos condições de verificar se determinado a norma, ela seria interessante. Não sei, hoje, como conseguiríamos isso, fazer essa simulação.

Principalmente no edifício. Normalmente tem 2 apartamentos, 4 quartos divididos por andar. Então tem sempre algumas unidades com um tipo de insolação melhor que outras. E normalmente você não difere

em nível de acabamento e materiais um apartamento do outro. Isso é um problema sério. Como você vai atender? Às vezes você está atendendo bem uma unidade, mas a outra é sacrificada. Como medir essa questão solar, do sol da tarde. Então sempre trabalha pelo pior caso: nesse pior caso, se os materiais vão atender esse nível de parâmetros que a norma de desempenho atende. Se tiver condições de ver isso, é deveras interessante.

Plantas seriam suficientes.

No ambiente tem sua própria temperatura. É o suficiente.

NÃO necessita da imagem 3D para entender isso.”

Participante 3

1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

Sim

Caracterização do entrevistado

2) Profissão:

a) Arquiteto ou Arquiteta

3) Tempo de atuação? 20 anos

4) Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?

residência unifamiliar alto nível mais comum, mas já realizou vários tipos

5) Já desenvolveu projeto de edifício residência? Qual o porte?

Sim 1 projeto, 4 pavimentos.

Processo de projeto

6) Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?

Realiza um *briefing*, conversa, com o cliente e levanta o uso, necessidades, equipamentos e outros dados. Nessa conversa apresenta linha de pensamento do escritório. Nessa fase o cliente trás ideias de projeto visando a área final.

A captação dos dados observa: entorno, *site analysis*, ruído, vistas, topografia, mobiliário urbano, postes, árvores, odores, ventilação dominante, ventos fortes em Londrina.

(O participante cita um) projeto de casa realizado na Espanha em que utilizou proteção de ventos. (Cita) Chuvas, inclinação do telhado.

Então esses dados viram estratégias.

a) Algum ajuda no partido do projeto?

sim.

7) O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.

Já utilizou memória afetiva, transportou árvore.

8) Quais considera importante analisar?

Ventilação e radiação

9) Quais acha que tem impacto no processo de projeto?

O cliente interfere a partir do valor e retorno do investimento, custo final e terreno.

Área desejada, limitante, restrita legalmente. nº fixo.

Proteções solares, elementos físicos, são deixadas para depois e investem depois ou não investem.

10) Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:

a) Entorno – Já citada.

b) Orientação – Já citada.

c) Ventilação natural. – Já citada.

d) Outra.

11) Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?

a) Não

b) Sim. Quais?

Prioriza qualidade ambiental. Iniciativa privada limita na escolha dos materiais.

Utilizar estratégias passivas, insere jardins internos e prioriza o layout partir da insolação. partido que ajude no conforto.

12) Como é definida a geometria da edificação?

Vem do partido, ventilação, insolação, barreiras, jardins internos nas áreas sociais e privadas interferem. Aberturas baseadas na insolação.

Dinamismo volumétrico para privilegiar a ventilação e iluminação. Fachadas dinâmicas.

13) O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?

a) Não

xb) Sim.

c) Em quais decisões? Em qual momento?

d) Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?

a cliente impacta na decisão dos ambientes, já tendo determinado o número de ambientes e suas áreas (valor numérico). Questões monetárias foram citadas como impactantes, considerando investimento, custo e retorno. Por isso também acontece de os clientes postergarem ou desistirem das proteções solares projetadas visto que sem elas ainda é possível habitar. Também utilizou uma estratégia de memória afetiva ao transportar uma árvore da antiga habitação para a nova para um cliente em específico.

e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?

Desenho das esquadrias – impacto na iluminação natural e ventilação – trazem melhor resultado plástico, intensão. Banheiro com recortes verticais também, diagonais. Jardim interno, diagonais na fachada.

13) O processo de projeto prioriza algum ambiente?

g) Não

h) Sim. Quais?

Sim os dormitórios e áreas de permanência.

Quartos e estar

14) Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?

a) Não utiliza

x b) CAD – AutoCAD ou similar

x c) Modelagem 3D – SketchUP

x d) BIM – Archicad ou Revit

e) Paramétricas – Rhino + Grasshopper

f) Outro: renderização

Sobre desempenho térmico e estratégias

15) Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos?

Prioriza os quartos. Deveria ser básico, mas virou uma "diferença".

Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de projeto? Sim.

16) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?

a) Adequa-se a norma

b) Sim. Na edificação ou no ambiente?

c) Edificação

d) Ambiente, qual? X

Quarto > social e permanencia > transitórios

17) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?

Proteções externas, brises. elementos vazados, ventilação.

18) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?

Não, vai na experiencia. Tem "pós-ocupação" por visitas e pedindo opinião.

19) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?

a) Não

x b) Sim. (As já citadas)

c) Se sim, poderia descrevê-la?

Proteções externas e brises pois os beirais não vão cobrir toda a janela.

20) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?

a) Não

b) Sim

c) Se sim, poderia descrever?

Verão. isolamento e ventilação. São consideradas diferentes sistemas de coberturas nesse caso.

21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?

As ferramentas são muito complexas.

Medir quantidade de calor, economia possível da estratégia.

Uma ferramenta para detectar o impacto das proteções solares, materiais, cores. Materiais de brises e outros materiais, "materialidade da parede" "arquitetos de alvenaria". resultado em temperatura do ambiente. % ou temp.

A madeira é inviável pelo custo.

Ferramental fácil ler – Legível, cores.

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria		x		
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo			x	
Sombreamento		x		
Vegetação	x			
Ventilação natural		x		
Verticalização		x		
Contato com o solo		x		

Outras:

O cliente já traz a verticalização definida.

Contato com o solo é raro de decidir.

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor		x		
Materiais		x		
Orientação Solar	x			
Posição das janelas	x			
Sombreamento (Brises)	x			
Tamanho das janelas		x		

Outras:

O processo de projeto inicia com desenhos e 3D em conjunto. Na concepção as cores são "intensão térmica", mas é realmente definida no pré-projeto em diante.

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			X	
Atraso térmico			X	
Capacidade térmica			X	
Transmitância térmica			X	
Fator solar			X	

Outros:

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

xa) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão

b) Tabela de valores – não quer

xc) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.

xd) Volumes coloridos representando valores – "comb. cor e números"

xe) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas

f) Superfícies coloridas representando valores

Participante 4

1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?

Sim

Questionar:

2) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista? Sim

Caracterização do entrevistado

2) Profissão:

a) Arquiteto ou Arquiteta

3) Tempo de atuação?

7 ANOS

4) Quais tipos de projetos são mais comuns no seu escritório?

Edifícios e arquitetura residencial

5) Já desenvolveu projeto de edifício residência? Qual o porte?

Sim. Unifamiliar e multifamiliar.

Processo de projeto

6) Quais são os dados levantados antes de iniciar o processo de projeto?

Parâmetros urbanísticos, tamanho de calçada. A construtora demanda análise de entorno, EIV (estudo de impacto de vizinhança), classificação de ruído.

São analisados o Norte e caminho do sol. Porém nas edificações unifamiliares o Norte e insolação são mais importantes pois os edifícios verticais possuem habitações “rebatidas” (espelhadas).

a) Algum ajuda no partido do projeto?

O partido de um prédio não tem a poética de uma casa, ele vem do mercado mesmo. O cliente vem com número de pavimentos. Por isso dou foco na solução dos ambientes (layout)

7) O que observa no terreno no primeiro momento? Podem ser características físicas, ambientais, sociais, coisas que te interessam.

Entornos e acessos principalmente.

8) Quais considera importante analisar?

9) Quais acha que tem impacto no processo de projeto?

Considera que tudo impacta, impedindo ou colaborando. São diretrizes

10) Pode comentar sobre algumas? Por exemplo:

a) Entorno

b) Orientação

c) Ventilação natural

d) Outra.

Foi citado apartamentos voltados para avenidas que precisam ter as janelas alteradas para outras faces.

11) Na etapa de concepção, você define requisitos ou objetivos prioritários?

a) Não

b) Sim. Quais?

Responder as demandas legais e normativas.

É realizado o cálculo da iluminação mínima. Muda-se o modelo da janela, pode se pegar persianas.

12) Como é definida a geometria da edificação?

Geometria: parâmetros urbanísticos.

13) O cliente, ou empreendedor, interfere nas decisões da edificação?

a) Não

x b) Sim.

c) Em quais decisões? Em qual momento?

d) Existe alguma decisão já determinadas? Se sim, quais?

Cliente empreendedor: determina o valor do investimento, logo os orçamentos. Também define o número de habitações por pavimentos.

No caso das edificações verticais, as Decisões em conjunto, projetistas, construtora e mobiliária. Então os problemas e necessidades são negociados para atender as demandas e normas

O Participante 4 tem preferências e estratégias, mas não consegue realizar todas as que gostaria pelo custo também. "Nessa face precisa de um brises, mas um brise de 18 pavimentos é muito caro." [ela já considera o custo da estratégia]

Número de pavimentos e apartamentos.

e) O escritório tem alguma linguagem ou característica própria comum em todos os projetos?

plantas bem pensadas e resolvidas

f) O processo de projeto prioriza algum ambiente?

g) Não

h) Sim. Quais?

ambientes prioritários: integração sala cozinha sacada.

Quartos são secundários.

14) Quais são os softwares utilizados no seu trabalho de projeto?

a) Não utiliza

xb) CAD – AutoCAD ou similar

xc) Modelagem 3D – SketchUP

xd) BIM – Archicad ou Revit

e) Paramétricas – Rhino + Grasshopper

f) Outro

Sobre desempenho térmico e estratégias

15) Qual o grau de prioridade do desempenho, conforto térmico ou eficiência energética das edificações em seus projetos? Consegue transformar esse conhecimento em estratégia de projeto?

Proporcionar o desempenho mínimo e então ir melhorando e estar adequado ao que os clientes esperam.

16) Como você considera o desempenho térmico da edificação no processo de projeto?

xa) Adequa-se a norma

xb) Sim. Na edificação ou no ambiente?

c) Edificação

xd) Ambiente, qual?

Área social.

17) Que elementos da edificação você acredita que mais influenciam no conforto térmico de edificações multifamiliares?

Vedações e esquadrias. Materiais das esquadrias.

18) Como você analisa o desempenho térmico da habitação durante o processo de projeto?

Não tem a possibilidade de analisar o desempenho térmico diretamente.

19) Utiliza alguma estratégia que melhora o desempenho térmico do ambiente ou habitação?

a) Não

b) Sim

c) Se sim, poderia descrevê-la?

Na unifamiliar: analisa o caminho do sol e soluciona com beirais e brises.

Porém o vertical fica limitado as paredes e janelas.

20) Os seus projetos priorizam algum período do ano em especial?

a) Não

b) Sim

c) Se sim, poderia descrever?

Sim, no verão

21) Que informações você sente falta para que seu projeto melhore o desempenho térmico?

muitas: guia orientativo da norma de desempenho tem tabelas de materiais de cobertura, ensina calcular as transmitâncias. As informações tabeladas ajudam na tomada de decisão. Esquadrias tem laudo térmico acústico.

No ideal: gostaria de ter profissionais que prestem o serviço de modelagem [e simulação] que prestassem o serviço e tivesse acesso a eles. (Gostaria de contratar o serviço, ter uma carteira de profissionais disponíveis)

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Geometria				x
Movimento do Sol		x		
Orientação do edifício		x		
Paisagismo			x	
Sombreamento				x
Vegetação				x
Ventilação natural		x		
Verticalização		x		
Contato com o solo		x		

Outras:

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			x	
Materiais			x	
Orientação Solar	x			
Posição das janelas	x			
Sombreamento (Brises)			x	
Tamanho das janelas	x			

Outras:

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				x
Atraso térmico	x			
Capacidade térmica				x
Transmitância térmica				x
Fator solar				x

Outros:

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão

xb) Tabela de valores

xc) Avaliação segundo a NRB 15575:2021 - Da nota E até A.

xd) Volumes coloridos representando valores

e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas

f) Superfícies coloridas representando valores

Gostaria de todos mas dá preferência aos três marcados.

APÊNDICE K

Análise Das Entrevistas – Problematização

O **Participante 1** é um arquiteto ou arquiteta com mais de 20 anos de experiência e atende principalmente construtoras e empreendedores de edifícios verticais. As principais tipologias realizadas são residenciais e comercial verticais, então projetos de interiores para residências e apartamentos. Tem grande experiência com edifícios habitacionais e cita que são geralmente entre 10 e 30 pavimentos, podendo variar chegar até 22 mil m² de área construída. Durante a entrevista deu informações sobre os usos residenciais principalmente e acrescentou informações dos edifícios comerciais para apresentar mais de seus conhecimentos.

Seu processo de projeto coleta as seguintes informações inicialmente: local e suas condições climáticas, o terreno, levantamento topográfico, local onde vai ser implantado, a orientação solar, o entorno do edifício, a função e o uso do edifício, o programa de necessidades, normas construtivas a legislação, código de obras, plano diretor, leis ambientais da cidade onde vai ser edificado, normas, como a norma desempenho. Nesse levantamento também leva em consideração as necessidades específicas do empreendimento e do cliente e tem consultores para ajudar na decisão dos sistemas construtivos. No seu processo de projeto acaba surgindo o partido maleável por causa das alterações dos clientes. Com tantas informações, todas as informações o Participante 1 informou que não considera nenhuma mais importante ou que impacta mais que outras. A ventilação natural não foi citada diretamente na lista acima, mas informou que a considera muito importante. E como dito, o entorno e orientação como importantes. O seu processo de projeto prioriza os ambientes sociais, sala e cozinha, então as suítes e então os quartos.

O cliente, construtora ou incorporadora tem papel importante em seu processo visto que são empreendimentos de alto valor e fazem estudos de mercado, observando suas tendências para reduzir o risco de perdas. Devido a esse conhecimento, eles têm a capacidade de avaliar o potencial do lote antes de realizar a compra e foi citado os lotes que estão voltados para faces com as melhores orientações.

Esse cliente pode interferir desde o partido e podem ocorrer em qualquer fase do processo de projeto. Nesses casos o projeto tem que amadurecer junto ao cliente. O Participante 1 citou que nessas situações são feitas as plantas de

estudo e entregues para o cliente realizar o orçamento. Então retornam pedindo correções para viabilizar economicamente o edifício. Nos edifícios comerciais são pedidos estudos dos edifícios para verificar qual seria planta mais lucrativas no terreno considerando tamanho de lojas, a circulação dos usuários e as prioridades dos clientes. Já houve casos em que é possível que alteram da função comercial para habitação. Foi justificado esse investimento nos estudos iniciais para que o lucro seja realizado.

Esse cliente também deseja o maior aproveitamento possível, logo é alcançado o maior número de pavimentos possível. Nisso também são definidas as tipologias, número de quartos, suítes, área dos apartamentos. O Participante 1 apontou que mesmo dentro dessas situações ainda tem possibilidade para propor soluções, como alterar o número de quartos além das algumas dimensões. Entretanto, em suas palavras, isso acaba limitando a linguagem ou estilo arquitetônico do Participante 1 por causa das características dos empreendimentos. Mesmo assim, o Participante 1 não considera um problema pois tem estratégias próprias que consegue aplicar em suas plantas e que lhe agradam.

Sobre desempenho térmico e estratégias, Participante 1 informou que não consegue medir o desempenho térmico dos edifícios, por isso utiliza estratégias onde considera importante desde a concepção. Na mesma lógica, informou que atende as normativas da forma que pode, com times e fornecedores de serviços e produtos. O Participante 1 foca no conforto dos ambientes sociais principalmente, as suítes master em seguida se for necessário. O Participante 1 citou que considera as grandes janelas e sua orientação e ventilação cruzada são as variáveis que mais impactam no desempenho dos edifícios. As estratégias que utiliza que foram citadas durante a entrevista foram o uso de sistemas de parede mais isolantes e citou o caso das faces com mais insolação podem ser utilizadas nas paredes mais grossas nas faces mais externas da edificação com tijolo de 19 cm com reboco dos dois lados que dá quase 23 centímetros, em outro caso foi utilizado um sistema isolante na parede externa ponto uma lã de rocha ou vidro e uma chapa de construção a seco.

Utiliza estratégia para abaxas absorvência das vedações quando citou que são priorizadas as cores claras e utilizados vidros de “alta tecnologia”, laminados refletivos se possível, e o uso de esquadrias mais eficientes, com menos infiltração. O sistema de ar-condicionado instalado também podem ser mais eficientes dependendo da configuração e necessidades dos apartamentos.

Utiliza estratégias de sombreamento, citou que já foram propostos brises para serem utilizados nas faces com maior insolação, oeste e norte. Em outro caso foi utilizada a varanda para impedir a entrada de luz em um ambiente que não poderia receber insolação direta. E analisa o movimento do sol com ferramentas digitais.

O Participante 1 acrescentou que nos comerciais há muito mais vidro na fachada e isso impacta diretamente no desempenho, por isso é dada prioridade aos vidros com alta tecnologia, que desempenham melhor refletindo ou segundo mais o calor.

Sobre as necessidades do participante, foi citado como interessante a possibilidade de a ferramenta medir o desempenho dos ambientes sociais durante o verão para ver se eles estão confortáveis e tem possibilidade de melhorá-los.

Durante as perguntas 22 até 24 foram informadas algumas informações que podem acrescentar a pesquisa, como o sombreamento ser definido principalmente no pré-projeto, mas as vezes acontecendo isso na concepção devido a captação dos dados. A vegetação foi interpretada como vegetação dentro dos apartamentos e por isso citou que, quando possível, propõe varandas com jardins por causa da biofilia. A verticalização não entra como estratégia térmica visto que é uma demanda que vem dos clientes pela maior construção possível. O contato com o solo também não é considerado para este fim.

Foi observado que as variáveis térmicas cores e materiais de paredes e janelas não estão na mesma posição entre a pergunta 23 e 24. A cor se encontra no anteprojeto e a absorvância térmica no pré-projeto. Já a transmitância térmica está presente no anteprojeto entretanto o Participante 1 não conhecia o atraso e a capacidade térmica dos materiais. Também foi percebida a importância do fator solar para o Participante 1, visto que é algo já considerado e definido na concepção. Acredito que isso se deve ao fato de também lidar com os edifícios de escritórios e comerciais que, como informou, tem muita área envidraçada.

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria		X		
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		

Paisagismo				X
Sombreamento	As vezes		X	
Vegetação			X (Propõe varandas com jardim)	
Ventilação natural			X	
Verticalização		X (Cliente)		
Contato com o solo	X			

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			X	
Materiais			X	
Orientação Solar	X			
Posição das janelas		X		
Sombreamento (Brisas)		X		
Tamanho das janelas			X	

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			X	
Atraso térmico	X			
Capacidade térmica	X			
Transmitância térmica				X
Fator solar		X		

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

	Representação	Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão		
b) Tabela de valores		
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.		X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número		
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas		X
f) Superfícies coloridas representando valores		

Fonte: o próprio autor.

O **Participante 2** é um arquiteto(a) que possui mais de 30 anos de experiência projetiva. Realiza projetos para médio e alto padrão em habitações uni e multifamiliares para cliente direto e construtoras e confirma sua experiência com habitações verticais com seu portfólio.

O seu processo de projeto dá atenção as necessidades do cliente, a parte legal e as características físicas do terreno. Citando uma entrevista com os clientes, captando dados, necessidades e prioridades dos clientes. Citou a orientação solar e movimento do sol, direção dos ventos, declividade, características e necessidades da legislação urbana do projeto. O participante 2 afirmou que sua formação foi em Curitiba, onde as necessidades térmicas e estratégias utilizadas são diferentes de sua atual cidade, Maringá. Ele também forneceu algumas informações que tem de memória sobre o clima de Maringá, os ventos predominantes são nordeste-sudeste e os ventos de chuvas tempestade são sul. E falou sobre a face norte, que seria a melhor pois tem radiação o ano todo e pode haver o controle da insolação pela altura solar e os beirais.

A partir dos dados coletados são feitas as propostas considerando e adequando as necessidades do cliente. Este já projetou em diferentes linguagens e trabalha com a que o cliente deseja, mas ainda tem controle do projeto ponderando e “negociando” com o cliente em questões que prejudiquem o projeto. No último caso, nessas “negociações” são realizadas reuniões para apresentar os problemas e como podem ser solucionados. O Participante 2 deu o exemplo de uma situação em que eram necessárias grandes aberturas na face oeste por causa da vista desejada e o seu impacto no desempenho térmico desses ambientes.

A definição da geometria é feita a partir do terreno, a parte legal e normas. A insolação tem papel fundamental nesse momento, pois é feita a organização espacial dos ambientes. Nesse ainda tem a interferência do cliente que pode ter alguma diretriz, como “a parte social estar voltada e conectada com a piscina”. Para as habitações verticais o “sol e o visual” são os elementos geradores e podendo aproveitar as potencialidades do entorno. Para este caso foi citado um projeto vertical que está voltado para um parque e todas as unidades deveriam ter vista para ele, resultando em uma implantação diagonal e impactando na garagem e vagas. O projetista tem linguagem própria, mas dá prioridade ao desejo dos clientes. O participante afirma que gosta das residências “interioranas” e jogos de telhados. Neste ponto, acredito que sejam as casas de oriundas da colonização do norte do

Paraná e São Paulo.

O cliente e empreendedor tem impacto direto no projeto e o seu principal é o delimitador apontado é o orçamento, custo final. Outros pontos são a área das unidades habitacionais e ambientes. Foram citadas experiências em que a área dos apartamentos já é vem determinada. No caso de os edifícios verticais o cliente empreendedor já informa estudos prévios do mercado para esses valores. O Participante 2 citou que em alguns casos houve possibilidade de ele otimizar o edifício para conseguir o maior número de habitações ou pavimentos.

Em seus projetos são priorizados os ambientes comuns, sociais. Nesse caso ele cita a integração entre estar, cozinha, sacada, churrasqueiras. Neles as estratégias utilizadas são diferentes dos ambientes privados, são elas: pés direitos duplos, uso de aberturas e vãos maiores. Também apontou o aumento dos vãos e dimensões de portas e janelas devido a evolução da indústria, tecnologia e materiais como uma demanda e possibilidade para seus projetos.

Sobre desempenho térmico e estratégias, o Participante 2 não tem a possibilidade direta de medir o desempenho, por isso ele se atenta ao tema e utiliza estratégias para melhorar os ambientes a partir da orientação, insolação e ventilação natural. E integra as estratégias utilizadas à linguagem do projeto. No caso dos edifícios verticais ele se estringe apenas aos sistemas construtivos de paredes de janelas.

As paredes mais insoladas como a oeste, possuem janelas menores e paredes com sistemas construtivos mais isolantes ao utilizar “paredes duplas e isolamento térmico”. Foram citados o uso de alguns sistemas: “Alvenaria, isopor e alvenaria. Alvenaria, lã de rocha e alvearia. Alvenaria, lã de rocha e *dry wall*.” Para os painéis de vidro, são utilizados sombreadores verticais, horizontais ou mistos, as suas dimensões e o paisagismo como estratégia.

O Participante 2 não prioriza o desempenho térmico de nenhum ambiente, diferente do processo de projeto. Nos quartos são utilizadas venezianas, marquises, pergolados e vegetação para o controle da radiação, de luz, chuva e insolação. Para os ambientes sociais foram citados toldos e pergolados.

Neste ponto, acredito que o paisagismo também seja utilizado nos ambientes sociais, mas não objetivando beneficiar o desempenho dos ambientes.

O Participante 2 prioriza o verão na hora de projetar, principalmente o “sol da tarde”, mas não ignora o período de inverno. Nesse ponto foi citado que não

são postos os quartos voltados para sul por causa da insalubridade e os benefícios da radiação direta oriunda do sol.

Durante as perguntas sobre as variáveis estratégias o Participante 2 deu mais informações que o esperado, fazendo comentários sobre elas e demonstrando sua compreensão sobre o tema:

Paisagismo é considerado desejado, entretanto fica limitado ao térreo quando possível. Nos edifícios verticais pode acontecer de não ter área para tal por causa da escavação para o subsolo. Essa escavação impacta, também, no contato com o solo. Nesta variável, não foi demonstrado o conhecimento do impacto dessa variável no desempenho térmico.

O seu processo de seleção dos materiais tem um detalhe interessante, pois são selecionados na concepção alguns sistemas construtivos, como paredes com menor transmitância e janelas menores para oeste. Entretanto a decisão final só acontece no anteprojeto quando são apresentadas imagens 3D.

Sobre a compreensão das variáveis térmicas. O Participante 2 considerou que a capacidade térmica significa algo como “a capacidade térmica do ambiente armazenar calor a partir do ar” e a partir disso justifica as estratégias realizadas nos ambientes com maior insolação.

Na transmitância térmica foram citadas a compatibilização de materiais e seus custos, no caso foi dado o exemplo das esquadrias de janelas. Também foi citado a cobertura onde são possíveis selecionar sistemas diferentes como das telhas metálicas: “tipo sanduiche, fibrocimentos, fibrocimentos de membrana elástica refletiva.” O Participante 2 apresentou compreensão sobre o “atraso térmico” e “fator solar” e conhece diferentes tipos de vidro.

As respostas das perguntas em tabela estão no Quadro mostram como estão concentradas as decisões na fase de concepção. Ressalta-se que os materiais são propostos na concepção, mas tem a aprovação final no detalhamento do anteprojeto. Isso acaba impactando nas decisões técnicas como pode ser visto nas respostas da pergunta 24.

Observou-se que o participante compreende o que é absorvância térmica pois ela está na mesma fase da decisão das cores, a concepção. Já para as características dos materiais, fora o atraso térmico que ficou na concepção, capacidade e transmitância térmicas estão no anteprojeto junto com materiais. Nesse caso aponta-se que os sistemas são selecionados na concepção, mas definidos só

no detalhamento do anteprojeto.

Quadro – Respostas tabeladas do Participante 2

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria		X		
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		
Paisagismo			X	
Sombreamento		X		
Vegetação		X		
Ventilação natural		X		
Verticalização		X		
Contato com o solo		X		

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor	X			
Materiais	“Vontade Estética e funcional”		X	
Orientação Solar	X			
Posição das janelas	X			
Sombreamento (Brises)	X			
Tamanho das janelas	X			

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Não
Absortância térmica	X			
Atraso térmico	X			
Capacidade térmica			Projeto Legal	
Transmitância térmica			Projeto Legal	
Fator solar			Especificações	

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

	Representação	Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão		X
b) Tabela de valores		
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.		X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número		
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas		X
f) Superfícies coloridas representando valores		

Fonte: o próprio autor.

O **Participante 3** é arquiteto(a) com 20 anos de atuação. Atua principalmente habitações unifamiliares de alto padrão e tem experiência com outras tipologias. Sua experiência se limita um projeto de apartamentos com quatro pavimentos.

O seu processo de projeto inicia com uma reunião inicial com os clientes captando as necessidades e apresentando a linha de pensamento do escritório. Também são coletados dados sobre o terreno, *site analysis*. O Participante 3 citou dados de ruído, vistas, topografia, mobilidade urbana, postes, árvores, odores, ventos predominantes e ventos fortes de Londrina. Também citou o caso de uma habitação na Espanha onde utilizou proteções para ventos. De todos esses, ele considera a ventilação e radiação os dados mais importantes. O projetista prioriza qualidade ambiental sendo também partido e linguagem dos projetos. Entretanto foi dito que sente que as possibilidades do mercado ainda limitam nas escolhas dos materiais e sistemas construtivos.

Ele possui linguagem em própria e cita o desenho das esquadrias de janelas devido ao seu impacto na questão plástica e no conforto térmico, lumínico e visual. A geometria é definida pelo partido, que é criado a partir da ventilação e insolação. Os ambientes são dispostos pela insolação principalmente então inseridos jardins internos e barreiras privilegiando e controlando a ventilação. Assim faz jogos volumétricos que privilegiam a ventilação e iluminação e gosta das “fachadas dinâmicas”. Outro elemento de sua linguagem é o uso de diagonais em alguns detalhes de paredes e elementos verticais na fachada e o uso de jardins internos nas habitações unifamiliares.

O Participante 3 utilizar estratégias passivas para beneficiar o desempenho térmico, insere jardins internos, e prioriza o layout partir da insolação e ventilação e considera importante que o partido que ajude no conforto. Também acrescentou que a chuvas determinam inclinação do telhado.

O cliente impacta na decisão dos ambientes tanto a partir do orçamento disponível para o investimento, custo e retorno e o terreno a ser projetado. Relativo ao projeto, o cliente previamente determina, estima, o número de ambientes e suas áreas (valor numérico). Devido aos custos de brises e sombreadores o Participante 3 citou que já houve clientes que postergaram ou desistiram das proteções solares projetadas e já começaram a habitar a sua residência. Por pedido do cliente, já utilizou uma estratégia de memória afetiva ao transportar uma árvore da habitação anterior para a nova.

Sobre desempenho e estratégias. O Participante 3 afirma ter capacidade de transformar os dados captados em estratégias e a sua prioridade é pelo conforto dos quartos. O Participante 3 acredita que dar atenção aos quartos se

tornou um diferencial de seus projetos além de ser uma exigência do profissional. Após os quartos, são dadas atenção para os ambientes sociais e de permanência então os transitórios. O Participante 3 dá foco ao período de verão em seus projetos e utiliza as estratégias de sombreamento a partir de brises e elementos verticais vasados para controlar, direcionar e aproveitar a ventilação natural onde deseja.

Para a avaliação de seus projetos, o Participante 3 não utiliza nenhuma ferramenta de avaliação nem simulação. Ele utiliza a sua intuição e experiência projetiva e soma aos dados de entrevistas de pós-ocupação anteriores, nas quais obteve opiniões sobre a edificação.

Ele deseja que houvesse ferramentas para detectar o impacto de proteções solares, materiais e cores. O resultado deve ser pela temperatura do ambiente, se possível em porcentagem então pelo valor bruto. E sua representação ideal deve ser em gráficos, plantas e volumes com cores e a avaliação com nota segundo a normativa. Nesse ponto foi comentado que o uso de uma tabela de valores seria ineficiente por causa do volume dos dados.

As decisões sobre cores e materiais estão no pré-projeto e concorda com as respostas das variáveis de projeto em que todas estão na mesma fase. O Fator solar também está na mesma fase. Interpreto isso como: o Participante 3 dá prioridade as estratégias antes de alterar o fator solar do vidro, visto que as decisões da orientação solar, posição de janelas e sombreamento estão na concepção.

Ao fim o Participante 3 acrescentou que tem conhecimento do RTQ-R, porém afirmou que não o utiliza diretamente em seus trabalhos e apresentou projetos em que utilizou algumas estratégias que comentou durante a entrevista.

Quadro – Respostas tabeladas do Participante 3

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojetado ou posterior
Geometria		X		
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		
Paisagismo			X	
Sombreamento		X		
Vegetação	X			
Ventilação natural		X		
Verticalização		X		
Contato com o solo		X		

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor		X		
Materiais		X		
Orientação Solar	X			
Posição das janelas	X			
Sombreamento (Brisas)	X			
Tamanho das janelas		X		

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica			X	
Atraso térmico			X	
Capacidade térmica			X	
Transmitância térmica			X	
Fator solar			X	

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

Representação	Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão	X
b) Tabela de valores	
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.	X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número	X
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas	X
f) Superfícies coloridas representando valores	

Fonte: o próprio autor.

O **Participante 4** é arquiteto(a) com sete anos de atuação e tem experiência com arquitetura residencial unifamiliar e edifícios de apartamentos. Destaca-se que durante a entrevista o Participante 4 deu respostas focadas principalmente aos edifícios verticais então foram respostas mais objetivas.

O seu processo de projeto inicia com a captação de dados. Foram citados os parâmetros urbanísticos, as demandas do cliente, construtora ou incorporadora, e as características físicas do terreno. Para o primeiro grupo Participante 4 citou a "legislação de planos diretores, "tamanhos de calçadas e afins". Para o segundo grupo: análise de entorno, EIV (estudo de impacto de vizinhança), classificação de ruído. No terceiro grupo: o Norte, caminho do sol, entorno e acessos. Entretanto, foi citado que os edifícios não permitem dar a atenção necessária para o terceiro grupo pois as plantas sempre são "rebatidas", espelhadas, e impedindo a solução adequada dos problemas. O Participante 4 também acredita que todas as informações são importantes e são geradoras de diretrizes para o projeto. E dá o exemplo de edifícios voltados para avenidas em que precisam mudar a face das aberturas por causa do ruído.

Em seus edifícios, a geometria dos edifícios é encontrada seguindo a legislação urbanística e observando os recuos e edificando um volume único. São priorizados os ambientes sociais, sala cozinha e sacada e os quartos ficam como secundários. A sua prioridade ao projetar e para seus projetos é atender as demandas legais e normativas. Por isso inclui que é realizado o cálculo da iluminação mínima e caso necessário altera-se o modelo da janela, podendo utilizar persianas.

O Participante 4 tem linguagem própria e aponta as plantas bem pensadas e resolvidas como uma característica para seu sucesso. Porém aponta que o partido de um prédio não tem a mesma poética de uma casa pois ele vem “do mercado”.

Durante o processo de projeto o cliente empreendedor limita o projeto principalmente pelos custos e define o número pavimentos e habitações por pavimentos. Por isso O Participante 4 foca em solucionar o *layout*. No caso das edificações verticais, as decisões são tomadas em conjunto, com os projetistas, a construtora e imobiliária, assim os problemas e necessidades são postos e negociados para a atender as demandas e normas. Isso impacta também na solução de problemas que impactam no desempenho como foi citado: o Participante 4 tem preferencias e estratégias, mas não consegue realizar todas as que gostaria pelo custo. "(Em um exemplo) nessa face precisaria de um brise, mas um brise de 18 pavimentos é muito caro."

Sobre desempenho térmico e estratégias, além da seleção das janelas citada acima, o Participantes 4 aponta que não tem a possibilidade de realizar a simulação ou avaliação direta do desempenho, por isso utiliza estratégias que melhoram o desempenho. Nessa temática, o seu objetivo é atender aos parâmetros mínimos e então implementando e adaptando com novas estratégias. Também são dadas atenção aos ambientes sociais e os projetos são pensados para o verão principalmente. O Participante 4 acredita que as vedações verticais, paredes e janelas, tem o maior impacto nos edifícios e acrescenta os materiais de esquadria. E citou que em projetos unifamiliares é possível analisar o caminho do sol e soluciona com beirais e brises. Porém o nas habitações verticais isso fica limitado as vedações.

O Participante 4 informou que necessita de mais dados que possam auxiliar na tomada de decisão e que impactam no desempenho. Considera que faltam materiais técnicos, como tabelas e valores de materiais e guias de como solucionar esses problemas. Foi dito “[...] o guia orientativo da norma de desempenho tem tabelas

de materiais de cobertura, ensina calcular as transmitâncias. As informações tabeladas ajudam na tomada de decisão.”. Após isso foi afirmado que todas as esquadrias utilizadas possuem tem laudo térmico e acústico. Além disso, o participante gostaria que houvesse profissionais no mercado prestando esse serviço de simulação visto que ele não conhecia nenhum em sua cidade.

O quadro apresenta as respostas as perguntas referentes a tomada de decisão das variáveis selecionadas. É possível perceber que o Participante 4 tem domínio do seu processo e percebe que muitas decisões estão no anteprojeto. Observa-se que as respostas estão condizentes entre a entrevista sobre a posição de janelas e orientação solar estando na concepção. Das variáveis da NBR 15575 apenas o atraso térmico foi posto não foi de seu conhecimento. Quanto a seleção de materiais e cores, ambas estão na fase de anteprojeto junto com as variáveis térmicas.

Quadro – Respostas tabeladas do Participante 4

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou posterior
Geometria				X
Movimento do Sol		X		
Orientação do edifício		X		
Paisagismo			X	
Sombreamento				X
Vegetação				X
Ventilação natural		X		
Verticalização		X		
Contato com o solo		X		

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor			X	
Materiais			X	
Orientação Solar	X			
Posição das janelas	X			
Sombreamento (Brisas)			X	
Tamanho das janelas	X			

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absortância térmica				X
Atraso térmico	X			
Capacidade térmica				X
Transmitância térmica				X
Fator solar				X

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

Representação	Resposta
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão	
b) Tabela de valores	X
c) Avaliação segundo a NRB 15575:2021– Da nota E até A.	X
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número	X
e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas	
f) Superfícies coloridas representando valores	

Fonte: o próprio autor.

Síntese

O grupo de 4 participantes da pesquisa foi composto por profissionais arquitetos ou arquitetas mais maduros, acima dos 20 anos de experiência, sendo apenas um participante com mais de 5 anos. Todos com foco em habitações de médio e alto padrão e tendo pelo menos uma experiência com edifícios habitacionais.

Tabela – Prioridades dos participantes

Participante	Ambiente prioritário		Período do ano prioritário
	Projeto	Desempenho	
P1	Social então quartos	Social então suíte master	Nenhum em especial
P2	Social então quartos	Todos os ambientes	Verão
P3	Dormitórios então social	Dormitórios então social	Verão
P4	Social então quartos	Área social	Verão

Fonte: o próprio autor.

A Tabela apresenta as prioridades dos participantes com relação aos seus projetos e ao desempenho térmico dos ambientes e o período do ano em que é pensado o projeto. Percebe-se que três dos quatro priorizam o verão em seus projetos, pois é o momento com maior desconforto. No caso dos ambientes prioritários, ambiente prioritário de projeto o social foi predominante e o podem ou não concordar com os ambientes em que o desempenho é prioridade. Isso também pode indicar que o processo de projeto dos participantes não considera o procedimento de simulação atual da NBR 15575-1:2021 por causa do período de simulação ser para o ano todo e que todas as APPs devem ser consideradas.

A Tabela sintetiza parte das respostas captadas pelas entrevistas junto as variáveis recomendadas da RSL sobre variáveis térmicas de paredes e janelas, Tabela 9. Nesta percebe-se algumas que variáveis não foram citadas pelos participantes (cobertura vegetal e massa específica) e outra tem limitações impostas pelos clientes nos casos da verticalização e geometria. As variáveis que determinadas pela na NBR 15575 não foram citadas diretamente durante as entrevistas, apenas nas perguntas referentes a elas.

Tabela – Variáveis da RSL e as respostas dos participantes

Variável	Respostas dos Participantes
Cobertura Vegetal	Não foi citada. O mais próximo foi a citação da varanda com jardim pelo Participante 1 e os benefícios da biofilia.
Capacidade Térmica	Um participante não compreende e os outros três participantes compreendem. Possível de ser utilizada ao alterar o sistema construtivo das vedações.
Verticalização	Demanda do mercado, cliente empreendedor. Limita na escolha das estratégias para melhorar o desempenho.
Absortância Solar	Não foi citado pelos participantes diretamente e parte deles compreendem a variável.
Ventilação	Todos os participantes a observam e utilizam desde a concepção. O Participante 3 utiliza algumas estratégias para captar e controlar a ventilação. A ventilação cruzada foi citada pelo Participante 1.
Geometria	Resultado dos parâmetros urbanísticos, nunca foi citada outra geometria além do bloco único. Pode ser alterada por forças maiores e demandas dos clientes como nos casos: O Participante 2 citou que projetou um volume único na diagonal para contemplar melhores vistas. O Participante 1 afirmou que as vistas mudam o layout devido as vistas e que também tenta aproveitar a ventilação cruzada quando possível. O cliente tem impacto nessa variável ao determinar o número de pavimentos, habitações por pavimento e ambientes por unidade. O “espelhamento” das plantas também impacta no desempenho segundo os participantes e os limita a resolver o problema da pior unidade.
Janela	Todos os participantes dão atenção a essa variável a partir da orientação solar, o norte do terreno, ventilação e suas dimensões. O Participante 3 dá atenção especial a essa variável para melhorar o desempenho e por compor sua linguagem. Os suas esquadrias têm impacto no desempenho, segundo o Participante 1 e 4.
Transmitância Térmica	Todos os participantes conhecem e está mais concentrada na fase de anteprojeto onde é feito o detalhamento. Os participantes 1, 2 e 4 citaram que utilizam materiais e sistemas de parede mais isolantes. O Participante 4 citou a necessidade de tabelas dos sistemas construtivos com esses valores.
Orientação Solar	Todos os participantes dão atenção a essa variável a partir do Norte e insolação desde a concepção.
Sombreamento	Idem a linha a acima e foi citado em diversas fases. São citados os usos de brises, beirais, venezianas e o paisagismo.
Atraso Térmico	Dois participantes não a compreendem e os outros a citaram durante a concepção e pré-projeto.
Massa Específica	Não houve pergunta sobre essa variável, porém ela se relaciona com a capacidade térmica.
Outros	O projeto é focado no verão foi predominante, portanto, focados em soluções para o desconforto por calor.

Não conseguem realizar a análise custo benefício para o desempenho térmico por não possuírem, utilizarem, uma ferramenta de análise. Assim ficam limitados a referência do custo da estratégia e no caso do Participante 1 ainda acontece a análise de viabilidade realizada pela construtora.

Parte dos participantes consideram as características térmicas após a concepção ou postergam até o anteprojeto.

Não citaram espessura sem alterar o sistema construtivo.

Fator Solar	O Participante 1 apresentou o maior domínio sobre essa variável pois cita e prioriza os vidros com “alta tecnologia”. Também já foi utilizado pelo Participante 2, vidro bronze, porém sem a intensão de melhorar o desempenho térmico.
-------------	---

Fonte: o próprio autor.

Foi feita a Tabela a abaixo para contabilizar alguns termos citados nas entrevistas. É importante apontar que ela não implica que os participantes ignoram essas informações em seus projetos, mas que não foram citadas durante a entrevista.

Variáveis Citadas nas entrevistas por Participante

Tipo	Dados	Participantes				Total
		P1	P2	P3	P4	
Cliente	Função e uso do edifício	1	1	1	1	4
Cliente	Programa de necessidades	1	1	1	1	4
Físicas	Orientação solar	1	1	1	1	4
Físicas	Radiação incidente	1	1	1	1	4
Físicas	Análise do entorno	1		1	1	3
Físicas	Levantamento topográfico	1	1	1		3
Físicas	Ventilação natural	1	1	1		3
Físicas	Vistas	1	1	1		3
Legais	Código de obras	1	1		1	3
Legais	Plano diretor	1	1		1	3
Cliente	Número de ambientes	1	1	1		3
Cliente	Entrevista		1	1		2
Físicas	Chuva – volume e ventilação		1	1		2
Físicas	Condições climáticas	1	1			2
Físicas	Geometria do terreno	1	1			2
Físicas	Ruído			1	1	2
Físicas	EIV (estudo de impacto de vizinhança)				1	1
Físicas	Local onde vai ser implantado	1				1
Físicas	Mobiliário urbano			1		1
Físicas	Odores			1		1
Físicas	Postes – Iluminação urbana			1		1
Legais	Leis ambientais da cidade	1				1
Legais	Normas construtivas a legislação	1				1

Fonte: o próprio autor.

A tabela apresenta o papel do cliente no processo de projeto dos participantes. O Participante 1 foi quem citou mais tipos de interferência e tem menor poder de decisão por causa dos custos, viabilidade econômica e o retorno do investimento. O Participante 4 informou situação similar, também citou que os projetos

de edifícios têm as mesmas limitações. O Participante 2 citou que tem linguagem e gostos, mas trabalha com a demanda do cliente e o assiste para tomar melhores decisões. O Participante 3 foi o único que afirmou conseguir impor algumas preferências próprias no projeto e ainda atende as demandas dos clientes. Ambos, Participantes 2 e 3, projetam principalmente habitações unifamiliares, sendo o Participante 2 tendo mais projetos de edifícios que o Participante 3.

Com as informações dadas pelos Participantes, observo que, nos projetos de edifícios, o grau de liberdade é menor e interferência do cliente é maior. E que nos projetos de residências unifamiliares há mais liberdade e possibilidade de negociar com o cliente.

Com as respostas das entrevistas e foi percebido que os projetistas participantes principalmente dão atenção à radiação incidente e orientação solar, que estão relacionadas. Para captar esses dados é necessário considerar o movimento do sol e orientação (norte) do projeto, que são variáveis físicas que impactam no desempenho. Então tem a análise do entorno, levantamento topográfico, ventilação natural.

Foram citadas as estratégias de sombreamento como uma estratégia possível por todos os participantes, sendo priorizadas as estratégias construtivas, brises e pergolados, e, em alguns casos, o paisagismo.

Os problemas apontados por alguns participantes são que os edifícios de apartamentos têm as plantas espelhadas, o que limita que estratégias específicas sejam aplicadas e a adoção das soluções baseadas no “pior caso”, a unidade na pior situação. A verticalidade também limita estratégias possíveis, reduzindo-as apenas às estratégias de paredes e janelas e sombreamento por brises. A demanda dos clientes por grandes janelas em faces desfavoráveis leva a reuniões para conciliar e solucionar o futuro desconforto térmico.

Tabela – Estratégias citadas durante as entrevistas

Dados	Participantes			
	P1	P2	P3	P4
Cores / Absortância Térmica	x			
Tipos de vidro / Fator Solar	x	x		
Ventilação cruzada	x			
Brises		x	x	x
Cobogós			x	
Pergolados		x		
Varanda	x			
Sistema construtivo / Vários*	x	x		x

Tamanho de janelas	x	x	x
Paisagismo		x	
Marquises		x	
Esquadrias		x	x x
Pergolados		x	

Fonte: o próprio autor.

*:O sistema construtivo implica em mais de uma variável térmica.

O Participante 1 citou que dá preferência as cores claras, mas não informou que absorvência térmica tem alto impacto no desempenho. Para os participantes o sistema construtivo é o que impacta no desempenho das habitações para melhor ou pior. O Participante 3 apontou que a está limitado a sistemas de alvenaria e os Participantes 1 e 2 citaram alguns sistemas de paredes de alvenaria que utilizam materiais isolantes, como lãs térmicas fechadas com *dry wall* (chapas para construção a seco), paredes com espessura maior.

As janelas têm atenção de todos os participantes, porém apenas o Participante 1 utiliza vidros com melhor desempenho ativamente. Foram citados uso de sombreadores, alteração no seu tamanho e orientação e paisagismo junto a elas.

Para ventilação natural, o Participante 3 foi o que mais forneceu informações sobre e é o que mais dá atenção e citou estratégias diferentes. Ele utiliza brises, cobogós, barreiras vasadas e aberturas nos muros para controlar e orientar a ventilação natural. O Participante 1 considera interessante o uso da ventilação cruzada e a prioriza nos ambientes sociais, onde geralmente é possível integrar os ambientes.

Esse ponto será visto novamente a diante, é perceptível que os profissionais não têm compreensão completa sobre o desempenho térmico e por isso utilizam de suas experiencias pessoais e referências. A priorização dos ambientes mostrou que eles não dão atenção as APPs da mesma forma que a normativa.

Nenhum dos profissionais utiliza ferramentas de simulação para verificar o desempenho, conforto. A falta dessa ferramenta acaba por impedir o aprendizado ou o teste de propostas, como foi apontado pelo Participante 3, onde não consegue verificar o impacto da inserção de brises em seus projetos. No caso do Participante 4 o seu principal desejo é seguir as normativas impostas e para tal gostaria de terceirizar o esse serviço de simulação.

Os resultados das perguntas que puderam ser tabelados. A pergunta 15 informou que os *softwares* utilizados pelos participantes são os CAD e modelagem

3D e somente alguns utilizavam os *softwares* BIM. Também foram citados *softwares* para renderização de imagens. Entretanto nenhum utiliza ferramentas paramétricas.

Pergunta 22, Tabela, sobre as variáveis de projeto levou a constatação de que os projetistas consideram a maioria das variáveis na concepção. Visto que os mais citados no processo inicial são a insolação, orientação e ventilação natural. Paisagismo é citado como ferramenta, mas não foi citado na concepção.

Tabela – Respostas Somadas da Pergunta 22

22) Essas variáveis ambientais e locais são consideradas no processo de projeto em algum desses momentos? Em que momento?

Variáveis	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto ou detalhamento
Geometria		3		1
Movimento do Sol		4		
Orientação do edifício		4		
Paisagismo			3	1
Sombreamento		2	1	1
Vegetação	1	1	1	1
Ventilação natural		3	1	
Verticalização		4		
Contato com o solo	1	3		

Fonte: o próprio autor.

O Participante 4 foi o único que posiciona geometria, sombreamento e vegetação na fase de anteprojeto. Como afirmado pelo mesmo, a solução das plantas é prioridade, por isso se assumiu-se que essas variáveis são consequência dessa solução. A geometria seria o resultado do *layout*, e o uso de sombreadores seria necessário somente nos piores casos devido as plantas rebatidas. E pelo mesmo motivo a vegetação do entorno seria ignorada até essa fase também.

O paisagismo também pode ser utilizado como uma estratégia de sombreamento, porém ele só é considerado na fase de pré-projeto em diante. Enquanto o sombreamento, mais concentrado na concepção. Portanto, constata-se que os projetistas primeiro tentam solucionar o sombreamento pela construção antes de utilizar uma árvore ou outra planta que realize a mesma função. Em contrapartida, a vegetação do entorno pode ser utilizada por um dos participantes para o mesmo fim.

O contato com o solo obteve respostas claras sobre o seu uso relacionado ao desempenho térmico. Essa variável também depende da legislação local que pode ou não permitir o térreo sem contato com o solo.

apresenta o resultado das respostas da pergunta 23, que questionou sobre as características de paredes e janelas, e apresentou que os participantes dão atenção a orientação solar, posição e tamanho das janelas, sombreamento durante a

concepção principalmente. Os materiais são predominantemente selecionados no anteprojeto. Enquanto a seleção das cores está distribuída igualmente entre todas as fases.

Tabela – Respostas Somadas da Pergunta 23

23) Em qual fase do processo de projeto você considera essas características de paredes e janelas?

Característica	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto	Outro
Cor	1	1	2	
Materiais		1	3	
Orientação Solar	4			
Posição das janelas	3	1		
Sombreamento (Brisas)	2	1	1	
Tamanho das janelas	2	1	1	

Fonte: o próprio autor.

Pergunta 24 (Tabela), sobre as variáveis térmicas de paredes e janelas, obteve respostas mais se concentraram na fase de anteprojeto então pré-projeto e tendo apenas absorvência térmica e quase nenhuma na concepção. A absorvência e atraso térmicos não se concentraram em nenhuma fase. A absorvência térmica foi citada em todas as fases. O atraso térmico foi citado na concepção e pré-projeto sendo que um participante não compreende o que é o atraso térmico.

Tabela – Respostas Somadas da Pergunta 24

24) A NBR 15575 especifica essas variáveis térmicas de paredes e janelas. Você sabe o que as seguintes variáveis significam? Se sim, em qual fases de projeto provavelmente?

Variável	Não	Concepção	Pré-projeto	Anteprojeto
Absorvência térmica		1	2	1
Atraso térmico	2	1	1	
Capacidade térmica	1		1	2
Transmitância térmica			1	3
Fator solar		1	1	2

Fonte: o próprio autor

Os resultados da pergunta 25 (Tabela) mostrou que a avaliação automatizada da normativa é o resultado mais desejado. Seguido da representação de gráficos, tabelas de valores, plantas e volumes coloridos. Já a representação dos dados por superfícies não foi preferida.

Tabela – Respostas Somadas da Pergunta 25

25) Quais resultados você prefere receber em uma análise de desempenho?

Representação	Contagem
a) Gráficos cartesianos: por cores, linhas, dispersão	2
b) Tabela de valores	1
c) Avaliação segundo a NBR 15575:2021– Da nota E até A.	4
d) Volumes coloridos representando valores – combinação cor e número	2

e) Planta com ambientes coloridos representando valores ou notas	3
f) Superfícies coloridas representando valores	

Fonte: o próprio autor

Ao relacionar as respostas das perguntas 23 e 24 é constatado que os participantes compreendem que a absorvância térmica está relacionada com a cores pois todos responderam a mesma fase de projeto para ambas.

Para os materiais, quando sabiam o que a variável significava posicionaram na mesma fase. Destaca-se o Participante 2 que tenta trazer a escolha dos materiais e sistemas construtivos externos como uma solução já na concepção e se apropriando de sua estética, mas definição só ocorre na fase de anteprojeto.

APÊNDICE M

Respostas Das Entrevistas – Instanciação

Informo que algumas perguntas foram excluídas do roteiro de entrevista pois o artefato final não as contemplava. A pergunta 7 foi desconsiderada pois os artefatos apresentam apenas a temperatura operativa do ar, por isso não foi relevante é possível perguntar sobre a carga térmica dos ambientes. A pergunta 9 foi descartada pois a ferramenta do “Grasshopper Player” não foi utilizada no artefato

Descrição da apresentação do artefato:

Apresentação do artefato simplificado: destaquei a sua função de testar volumes e formas. Apresentei a forma de inserir as geometrias e a cidade de estudo, como controlar as aberturas segundo o PAF. Apresentei como controlar as características térmicas de parede e janela de absorvância e transmitância térmica, capacidade térmica, espessura, densidade e fator solar das janelas. Apresentei como inserir brises e barreiras para sombreamento. Após realizar a apresentação fiz uma simulação para apresentar como os resultados são apresentados, o que eles significam e como eles devem ser lidos e copiava esses gráficos em imagem para manter o histórico utilizando o programa *Paint*. Então, iniciamos algumas alterações com o participante comandando as alterações e a cada alteração copiava e salvava aos gráficos.

A apresentação do artefato completo se deu de forma similar apresentando como alterar os materiais e cores de parede e como modelar e inserir paredes e janelas.

Comentários feitos pelos participantes durante a apresentação e atividade: P1: A representação em 2D com a temperatura (operativa) média não ajuda muito pois ignora as temperaturas extremas. “A etiquetagem (Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais) não padroniza o desempenho em valores fixos, não consigo saber se um ambiente com desempenho A tem mais de 50% de conforto, por exemplo”.

P2: A decisão da cor depende do cliente e da moda. No momento estamos utilizando muitas cores escuras, como cinzas e preto. A análise do desempenho poderia acontecer durante mais períodos do ano com datas chave, como os solstícios e equinócios. Disse: “Me preocupo com a rotação que o modelo pode fazer, como posicionar a edificação considerando o Norte.”

P3: O uso do artefato ainda necessita do conhecimento especializado

para ser utilizado por causa do conhecimento do *Rhino 3D* e do conhecimento das variáveis térmicas. Acredito que um treinamento seria suficiente para me permitir utilizar a ferramenta, entretanto a parte térmica ainda acredito que gostaria de alguém especializado me assistindo.

P4: não considera acrescentar o *Rhino 3D* as suas ferramentas de trabalho e por isso gostaria que houvesse uma ferramenta similar adaptada para os softwares que já utiliza.

Perguntas	P1	P2	P3	P4
1) Já apresentado o termo de consentimento, novamente, você concorda em participar dessa pesquisa e entrevista?	Sim	Sim	Sim	Sim
2) O artefato está compreensível?	Sim	Sim	Sim	Sim
3) Acredita que conseguiria usá-lo quando necessário?	Sim	Sim	Sim	Sim
4) A preparação e resultados são compreensíveis?	Sim	Sim	Sim	Sim
5) Precisou de auxílio para utilizar o artefato?	Sim	Sim	Sim	Sim
6) Quais ferramentas te interessaram?	<i>Foi apresentado apenas um artefato</i>			
7) A análise por simulação te interessou?	<i>Foi apresentado apenas o resultado por temperatura operativa</i>			
8) A legibilidade é boa?	Sim	Sim	Sim	Sim
a) Gráficos	1	1	1	1
b) 2D	2	2		2
c) 3D		3	2	
9) Qual meio é mais interessante?	<i>Foi utilizado apenas o Grasshopper</i>			
10) Tem interesse em usar o Rhino para observar os resultados?				
P1	Sim			
P2	Sim			
P3	Sim			
P4	Não. Gostaria de ter algo similar com minhas ferramentas.			
11) Os resultados apresentados são claros? Tem alguma dúvida quando apresentados? Eles são compreensíveis?				
P1	Sim. Sem dúvidas. São compreensíveis			
P2	Sim, são claros e compreensíveis. Seria preferível apresentar todas as estações ou períodos específicos, como o mais quente e mais frio. Sem dúvidas.			
P3	São claros, sem dúvidas. Ainda necessita compreender um pouco das variáveis térmicas. Provavelmente vai necessitar de um assistente caso esqueça.			
P4	Sim. Sem dúvidas. São compreensíveis.			

Fonte: Do próprio autor.

APÊNDICE N
Dados selecionados dos artigos

Tabela – Identificação dos artigos da base SciELO

ID	TÍTULO	TIPO	ZB	AUTOR
1	Análise da correlação entre conforto e desempenho térmico em habitações de interesse social por simulação computacional	T	3,5,6,8	Santos, Porto e Silva (2020)
2	Análise de incertezas físicas em simulação computacional de edificações residenciais	T	2	Silva, Almeida, Ghisi (2017)
3	Análise e compatibilização dos métodos simplificado e por simulação da NBR 15575: zona bioclimática 2	V	2	Soares e Silva (2017)
4	Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura	Vários	1 A 8	Bavaresco et al (2021)
5	Comportamento térmico de fechamentos em alvenaria estrutural para a Zona Bioclimática 2 brasileira	V	2	Santos et al. (2015)
6	Desempenho térmico de envoltórias vegetadas em edificações no sudeste brasileiro	2 P	3	Matheus et al. (2016)
7	Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras	V	1 A 8	Ferreira, Souza e Assis (2017)
8	Otimização multiobjetivo das dimensões dos ambientes de uma residência unifamiliar baseada em simulação energética e estrutural	2 P	3	Fonseca et al (2017)
9	Otimização multiobjetivo orientada ao desempenho térmico para o projeto de edificações de baixo consumo de energia na Região Sul do Brasil	T	1	Linczuk e Bastos (2020)
10	Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES	V	8	Nico-Rodrigues et al. (2015)

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. / 2 P = 2 Pavimentos. **Fonte:** Do próprio autor.

ID	VARIÁVEL	VARIÁVEL CLASSIFICADA	IMPACTO	RESULTADO/RESULTADO PARA ZB 3
1	Absortância solar da parede	Absortância solar	3	Valores baixos
1	Orientação solar	Orientação solar	1	Pouco impacto
1	Tipo de parede	Outros	2	Não especificado
2	Paredes – absortância solar da argamassa	Absortância solar	2	Menor melhor, verão
2	Solo – diferença média na temperatura	Verticalização	3	Menor melhor, inverno
2	Paredes – massa específica da argamassa	Massa específica	1	Maior melhor, inverno
2	Paredes – massa específica da argamassa	Massa específica	1	Maior melhor, inverno
2	Paredes – massa específica da cerâmica	Massa específica	1	Maior melhor, inverno
2	Paredes – espessura da argamassa	Outros	3	Maior melhor

2	Paredes – espessura da cerâmica	Outros	1	Maior melhor, inverno
2	Janela – fração de área de ventilação	Ventilação	2	Maior melhor, verão
3	Absortância solar da parede	Absortância solar	3	Média 0.5
3	Capacidade térmica da parede	Capacidade térmica	2	Entre 85 e 175
3	Transmitância térmica parede	Transmitância térmica	2	Entre 1 e 2.5 w/m ² k com capacidade térmica maior que 130
4	Absortância solar da parede	Absortância solar	0	Redução da absortância
4	Atraso térmico	Atraso térmico	0	Atraso térmico impacta
4	Capacidade térmica	Capacidade térmica	0	Capacidade térmica impacta.
4	Iluminação natural	Outros	0	Controle com venezianas
4	Orientação solar	Orientação solar	0	Mais impactante em edifícios verticais. Depende da zona e combinação de estratégias.
4	Paredes	Outros	0	Paredes de concreto são insatisfatórias. Alvenaria de vedações tem o maior impacto ambiental e energético. Possível utilizar paredes de gesso para substituir a alvenaria. Possível utilizar paredes de adobe para reduzir o impacto ambiental. Paredes de madeira tem melhor desempenho que blocos de concreto.
4	Sombreamento	Sombreamento	0	Viável. Maior impacto em habitações sem contato com o solo e cobertura. Beirais pequenos não sobream o suficiente. Brises, auto sombreamento, venezianas, varanda, arborização são estratégias possíveis. Sombreadores interno tem pouco impacto.
4	Transmitância térmica parede	Transmitância térmica	0	Redução da transmitância.
4	Infiltração	Ventilação	0	Redução na amplitude térmica dos ambientes
4	Área de aberturas	Ventilação	0	30% área do piso para zb3
4	Ventilação cruzada	Ventilação	0	Sempre com controle
4	Ventilação natural	Ventilação	0	Recomendado, mas com controle para as estações frias
4	Tipo	Verticalização	0	Em habitações verticais habitações térreas tem desempenho melhor e as coberturas têm o pior
5	Orientação das janelas	Orientação solar	1	Maior impacto veio das paredes cegas em norte e sul. Janelas em leste e oeste
5	Orientação solar	Orientação solar	3	Paredes opacas nas faces norte e sul impactam no desempenho em diferentes momentos do ano
5	Tipo de bloco para parede	Transmitância térmica	1	Tanto bloco de concreto quanto alvenaria têm resultados semelhantes. Não atendem às normas 15575-4 e 15220-3 pelo método simplificado
6	Parede verde	Capacidade térmica	3	O solo embutido armazena o calor e atua o atraso térmico e estabilizando a temperatura interna
6	Cobertura vegetal	Cobertura vegetal	3	A trepadeira serve como um revestimento isolante e estabiliza a temperatura interna

6	Parede verde	Cobertura vegetal	3	O solo embutido armazena o calor e atua o atraso térmico e estabilizando a temperatura interna
7	Absortância solar da parede	Absortância solar	3	Alta para reduzir o desconforto por frio ≥ 0.7 , entretanto houve recomendação de ≤ 0.3
7	Capacidade térmica da parede	Capacidade térmica	3	Parede pesada com alta capacidade térmica $330 \text{ kJ/m}^2\text{k}$ e gerando o atraso térmico $\phi \geq 8,00 \text{ h}$
7	Sombreamento	Sombreamento	1	Sazonal, apenas nos períodos quentes
7	Transmitância térmica do vidro	Transmitância térmica	2	Não especificado
7	Transmitância térmica parede	Transmitância térmica	1	Parede isolante
7	Ventilação natural	Ventilação	3	Ventilação nos períodos quente com sombreamento
8	Pé direito	Geometria	2	Mais alto melhor
8	Dimensões horizontais	Geometria	3	Não analisada o suficiente – determinação dos custos
9	Orientação solar	Orientação solar	3	Janela para norte
9	Proteção solar horizontal	Sombreamento	1	Dimensões pequenas 10cm
9	Proteção solar vertical	Sombreamento	1	Dimensões pequenas 10cm
9	Transmitância térmica parede	Transmitância térmica	3	Baixa transmitância $0.38 \text{ w/m}^2\text{k}$
9	Percentual de área de janela	Ventilação	2	20% a 50% área da parede
10	Orientação	Orientação solar	2	Altera o resultado, mas outros elementos superam sua influência. Fachada sul teve a maior insolação. Inconsistente
10	Tipo de janela	Ventilação	3	Maior área de ventilação melhora o desempenho, entretanto faltam sombreadores para os momentos mais quentes. De janela virou porta
10	Altura do pavimento	Verticalização	2	Depende de outros fatores

Fonte: Do próprio autor.

Tabela – Artigos da Base SCOPUS

ID	TÍTULO	TIPO	LOCAL	AUTORES
11	<i>Building envelope and energy saving case study: A residential building in Al-Riyadh, Saudi Arabia</i>	3P	Riyadh, Arabia Saudita	Al-Qahtani e Elgizawi (2020)
12	<i>Contribution to the evaluation of thermal insulation properties of a simple and a double window in a log building</i>	T	Nasavrky, República Checa	Fait et al., (2020)
13	<i>Energy consumption in intermittently heated residential buildings: Light Steel Framing vs hollow brick masonry constructive system</i>	T	Albergaria-a-Velha, Portugal	Roque et al., (2021)
14	<i>Energy performance diagnosis for the residential building façade in Algeria</i>	V	Biskra, Algeria	Rais, Boumerzoug e Baranyai (2021)
15	<i>Holistic approach to achieving low-energy, high-rise residential buildings</i>	V	Vancouver	Cianfrone, Roppel e Hardock (2016)
16	<i>Indoor temperature and relative humidity assessment of three construction systems for Dominican social housing in different micro-climates: A modelling study</i>	T	República Dominicana	Frómeta, Valero e Rojo (2019)
17	<i>The impact of thermal mass on cold and hot climate zones of Portugal</i>	T	Portugal	Carlos (2017)
18	<i>Thermal responsive performances of a Spanish balcony-based vernacular envelope</i>	V	Barcelona	(Foged, 2019)

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. / 2 P = 2 Pavimentos / 3 P = 3 Pavimentos. **Fonte:** Do próprio autor.

Tabela – Dados Levantados Base SCOPUS

ID	TÍTULO	TIPO	LOCAL	AUTORES
11	Vidros duplos	Transmitância térmica	1	Pouco impacto comparado as outras
11	Sombreamento para os dias quentes	Sombreamento	2	Sombreamento ajuda
11	Isolamento em parede	Transmitância térmica	3	Quanto mais isolante melhor
12	Transmitância térmica	Transmitância térmica	3	Baixa transmitância é melhor
13	Sistemas Construtivos	Outros	3	Bloco de alvenaria tem menor amplitude térmica, porém o <i>stellframe</i> tem menor consumo energético pois o aquecimento do desempenho é mais rápido. Entre 20 e 60% de economia
14	Posição das janelas	Janela	0	Considerar no processo de projeto
14	Orientação solar	Orientação solar	0	Recomendado
14	Sistemas construtivos	Outros	0	Considerar no processo de projeto
14	Ventilação	Ventilação	0	Recomendado
15	Tamanho De Janelas	Janela	2	Análise custo-benefício tendem a ter o mesmo achado da análise energética. O <i>payback</i> é mais rápido nas estratégias que tem mais impacto no consumo
15	Varanda	Outros	3	Análise custo-benefício tendem a ter o mesmo achado da análise energética. O <i>payback</i> é mais rápido nas estratégias que tem mais impacto no consumo
15	Isolamento	Transmitância Térmica	2	Valores pequenos tem menor gasto energético/ observar a transmitância de janelas e esquadrias
16	Isolamento	Transmitância Térmica	1	Unidades com isolantes se saíram melhor, mas inadequado devido as condições climáticas, entretanto o impacto só é presente no verão
16	Ventilação	Ventilação	1	Trazia umidade aos ambientes
16	Ventilação Mecânica	Ventilação	2	Único meio viável para adequar o ambiente
17	Jardim De Inverno	Outros	2	Ajudou no desempenho da habitação
18	Inércia Térmica	Capacidade Térmica	3	A inércia térmica é impactante em Portugal
19	Porta De Varanda	Outros	1	Portas da varanda compostas com folhas controláveis com sombreadores permitiram o melhor conforto a partir das variações testadas

Fonte: Do próprio autor.

Tabela – Artigos incluídos a partir da revisão bola de neve

ID	Título	Tipo	Autor	ZB
SB1	<i>Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance</i>	M	Triana et al. (2015)	3 e 8
SB2	Desempenho térmico de habitação multifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em Maceió – AL	V	Batista et al. (2014)	8
SB3	Desempenho Térmico Em Habitações De Interesse Social Inseridas Na Cidade De Joinville E Recomendações Para Melhorias Dos Parâmetros Mínimos Construtivos 1	V	Cechinel et al. (2016)	3
SB4	<i>Thermal Performance of Social Housing-A Study Based on Brazilian Regulations</i>	T	Moreno et al. (2017)	1 a 8
SB5	<i>The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses</i>	2P	Pereira e Ghizi (2011)	2

Legenda: T = Térreo. / V = Vertical. / M = Múltiplos tipos. / 2 P = 2 Pavimentos. **Fonte:** o próprio autor.

ID	Objeto De Estudo	Variáveis	Variáveis Classificadas	Impacto	Resultado/Resultado Para ZB 3
SB1	Criar modelos representativos	Absortância solar	Absortância solar	3	Resultados melhores com baixa absortância
SB1	Criar modelos representativos	Orientação	Orientação	1	Impacta, mas não apresenta indicação
SB1	Criar modelos representativos	Outros	Outros	0	A maior parte do desconforto foi percebida no verão
SB1	Criar modelos representativos	Sombreamento	Sombreamento	0	Recomendada
SB1	Criar modelos representativos	Transmitância térmica	Transmitância térmica	0	Aplicar paredes com menor transmitância nas paredes com maior absortância
SB1	Criar modelos representativos	Ventilação natural	Ventilação	0	Pode não atender ao RTQ-R
SB1	Criar modelos representativos	Verticalização	Verticalização	0	Contato com o solo foi melhor
SB1	Criar modelos representativos	Verticalização	Verticalização	0	Cobertura foi pior
SB2	Avaliação um projeto de habitação multifamiliar	Ventilação natural	Ventilação	0	Impactou no desempenho
SB2	Avaliação um projeto de habitação multifamiliar	Verticalização	Verticalização	0	Mais baixo melhor
SB3	Melhorar o desempenho termo energético	Ventilação natural	Ventilação	3	Impactou
SB3	Melhorar o desempenho termo energético	Sombreamento	Sombreamento	1	Apresentou pouco impacto
SB5	Investigar a influência de propriedades térmicas	Capacidade térmica	Capacidade térmica	3	Maior melhor
SB5	Investigar a influência de propriedades térmicas	Transmitância térmica	Transmitância térmica	1	Menor melhor
SB5	Investigar a influência de propriedades térmicas	Atraso térmico	Atraso térmico	1	Menor melhor
SB4	Discutir como a generalização das HIS afetam o desempenho nas 8 zonas bioclimáticas	Absortância solar	Absortância solar	2	Claro melhor

Fonte: Do próprio autor.